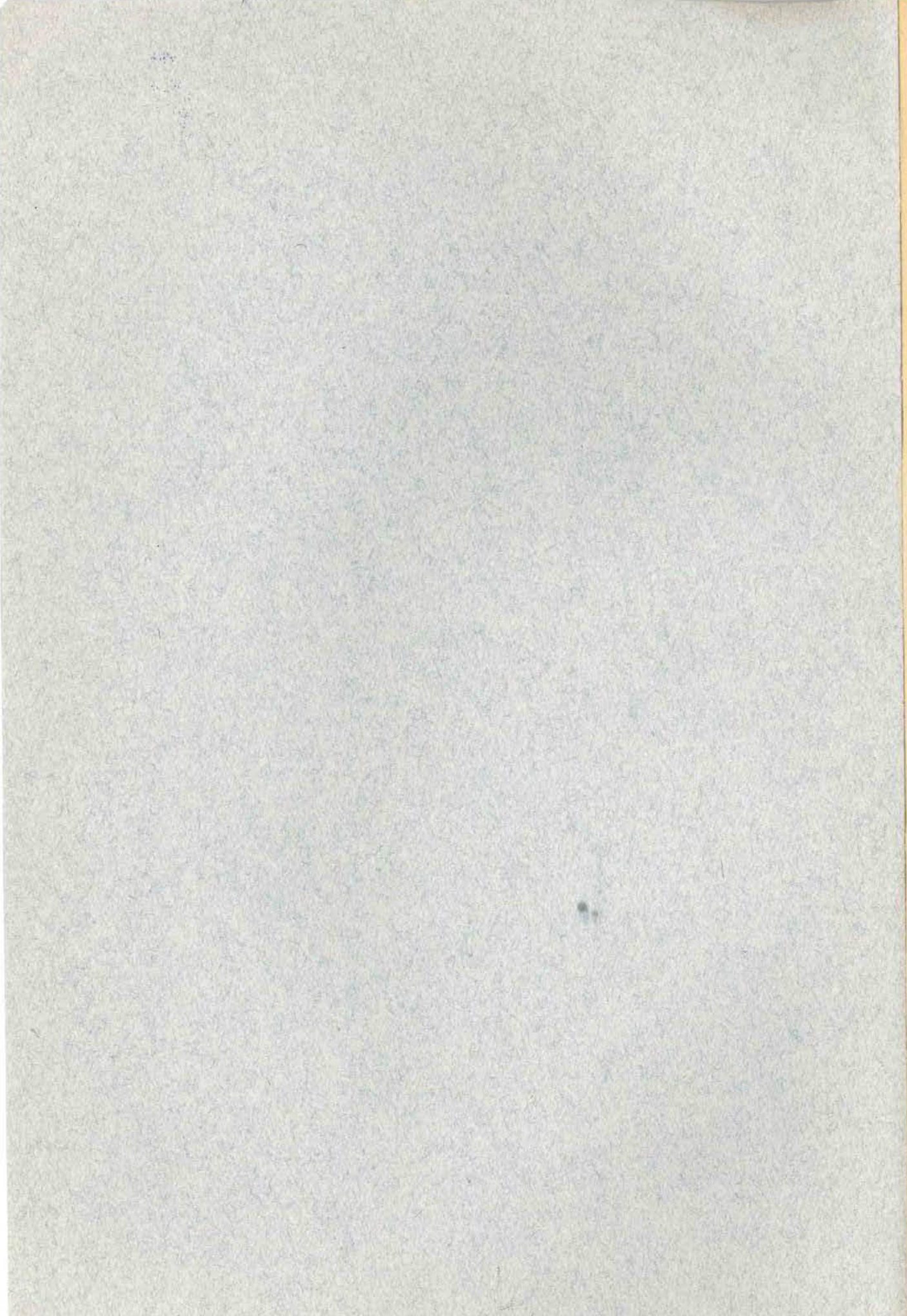
STAZIONE CHIMICO-AGRARIA SPERIMENTALE
DI UDINE

DOTT. ALVISE COMEL

LA "TERRA ROSSA„ ITALIANA

NOZIONI E PROBLEMI

Estratto dagli Annali - Serie III.a - Vol. II.o

UDINE 1933 - XI

STAZIONE CHIMICO-AGRARIA SPERIMENTALE

DI UDINE

DOTT. ALVISE COMEL

LA "TERRA ROSSA„ ITALIANA

NOZIONI E PROBLEMI

Estratto dagli Annali - Serie III.a - Vol. II.o

UDINE
Stabilimento Tipografico Friulano
1933 - XI

LA "TERRA ROSSA„ ITALIANA

NOZIONI E PROBLEMI

PREMESSA

La " terra rossa „ ha sempre interessato molto gli studiosi. La letteratura, anche recente, su questo argomento è copiosa e denota come ancor oggi esso sia di grande attualità. Molti Autori lamentano nei loro scritti le poche conoscenze che si hanno sulla " terra rossa „ italiana. Io mi sono occupato di questo tema appassionatamente da circa un decennio. Ho creduto pertanto utile inquadrare le ricerche finora compiute e additare le nuove vie dell' indagine.

Nel presente lavoro ho così riassunto i principali studi finora eseguiti sull'origine della " terra rossa „ italiana, sulla sua composizione mineralogica, fisico-meccanica e chimica, nonchè quelli riferentisi al problema climatico pedogenetico. Mi auguro che questa trattazione non resti senza eco fra i ricercatori italiani e mi sia così reso possibile eseguire, in un secondo tempo, un nuovo e più completo lavoro che illustri più perfettamente questo tipo pedologico tanto caratteristico dell'Italia.

Rivolgo un vivo ringraziamento al prof. D. Feruglio, Direttore di questa Stazione, al prof. G. de Angelis d'Ossat e al prof. E. Feruglio, che vollero molto gentilmente rivederlo; quindi al prof. Blanck dell'Istituto chimico-pedologico di Göttingen, al prof. conte di Leiningen dell'Istituto pedologico-forestale di Vienna e al prof. Gracanin dell'Istituto pedologico di Zagabria che col gentile invio delle loro pubblicazioni sulla " terra rossa „ mi hanno facilitato la ricerca bibliografica.

I. - Nomenclatura.

La denominazione di " terra rossa „ viene dalla regione del Carso. Essa si riferisce ad un terreno di colore rosso intenso, che si trova accumulato di preferenza sul fondo delle doline o delle valloidi carsiche e che costituisce il substrato delle colture agrarie.

Più tardi la denominazione venne estesa dagli studiosi ad altri tipi di terreno, a colore fondamentale rosso, distribuiti in regioni diverse, sopra substrati di varia natura e spesso anche sotto climi differenti. Il concetto di " terra rossa „ divenne in tal modo più vasto e generico, anche se da alcuni si volle riservato al tipo originario, proprio cioè delle regioni calcaree del Carso. Da ciò la necessità di porre ordine nella terminologia, definendo con termini diversi i vari tipi di terreno attualmente inclusi nel gruppo comprensivo delle terre rosse e contraddistinti ciascuno da speciali caratteristiche genetiche, fisiche e chimiche ([1]).

È bene pertanto limitare il concetto di " terra rossa „ ai terreni colorati in rosso che si sviluppano nella regione mediterranea sui calcari relativamente puri, per lo più biancastri e compatti, spettanti di preferenza al periodo Cretacico e determinanti in genere un paesaggio carsico.

Il termine pedologico di *ferretto* sarà invece riservato alle terre rosse che si sviluppano sui substrati, per lo più ghiaiosi, glaciali e fluvioglaciali del Quaternario.

Altre eventuali terre rosse che non rientrano in questi due gruppi, quali, ad es., quelle che devono il loro colore unicamente alla roccia madre (prodotto di disfacimento di calcari marnosi rossi ecc.), quelle che derivano da rocce vulcaniche e piroclastiche, saranno di volta in volta chiaramente individuate con l'aggiunta di appropriati aggettivi.

La necessità di queste distinzioni si è fatta sentire anche fra gli studiosi stranieri pei quali, peraltro, la soluzione fu più facile. I primi geologi che visitarono il Carso, da circa un secolo, rimasero colpiti da questi terreni rossi, ignoti o quasi nelle regioni settentrionali, e per meglio specificarne la diffusione, mantennero la denominazione locale, che tramandarono poi nei loro scritti. Oggi infatti il nome di " terra rossa „ è accettato nell'uso internazionale per specificare i terreni rossastri delle regioni calcaree e di tipo carsico del bacino mediterraneo. Malgrado la letterale equivalenza, essa si distingue chiaramente dal nome tedesco *Roterde,* di valore più generico, e da quello di *Rote Erde,* che serve a designare i terreni che devono il loro colore a cause particolari, in quanto derivati p. es. da rocce originariamente colorate in rosso. Più recentemente è stato introdotto anche il termine *ferretto,* con il significato che più sopra abbiamo definito.

([1]) Sorvoliamo di proposito il gruppo delle terre rosse delle regioni tropicali, nelle quali rientra la laterite, caratterizzata da un particolare *profilo* e da una lisciviazione pressochè completa della silice dei silicati.

II. - Origine della "terra rossa".

Allo studio speciale che sarà oggetto dei capitoli seguenti, credo opportuno fare precedere un esame circostanziato delle varie spiegazioni o teorie che furono successivamente avanzate in riguardo all'origine della "terra rossa".

Il notevole contrasto fra questo terreno e il calcare sul quale esso riposa, suggerì in un primo tempo, l'idea che esso costituisse un materiale estraneo oppure un sedimento che avrebbe ricoperto la regione del Carso a guisa di mantello e che poi, per effetto della denudazione, si sarebbe ridotto a piccoli lembi sul fondo delle doline e nelle anfrattuosità del suolo. A questo concetto, pur seguendo vie diverse, si ispirano infatti i lavori del Morlot, del Taramelli e più tardi del Kramer.

Il Morlot, durante i suoi rilevamenti geologici dell'Istria, si era vivamente interessato della bauxite e del fenomeno carsico. Si può anzi dire che la sua ipotesi sull'origine della "terra rossa" sia derivata dallo studio delle doline e della bauxite. Egli così scriveva nel 1847 (1):

".... la calcare carsica inferiore, nella regione meridionale di Pinguente "contiene quantità di masse irregolari di minera, che si riduce ad alume "e che quindi contiene molta argilla oltre pirite. L'aria e l'acqua lo sciol- "gono sollecitamente in massa tenera e fangosa. Aperta che sia stata la "via all'acqua e con ciò all'aria attraverso gli interstizi ed alle lacera- "zioni degli strati, facilmente poteva sciogliersi la minera, ed il vacuo "rimasto facilmente poteva allargarsi a caverna collo sgrettolarsi dal "masso pietroso...... Sembra altresì che stia con ciò in relazione la terra "rossa, specialmente estesa nella calcare inferiore. Sopra il tassello non "la si riscontra mai; e sulla nummolitica non così marcata come sulla "calcare al mezzogiorno di Montona fino alla spiaggia del mare. Il co- "lore rosso è dovuto all'ossido di ferro il quale non potrebbe spiegarsi "come sia in tanta quantità se non venisse dalla risoluzione delle minere "di allume, poichè la calcare bianca lucida ne contiene sì poco che può "riputarsi nulla...... ".

In uno studio comparso l'anno seguente (1848), l'autore (2) ribadisce ancor meglio questo concetto nella frase: "Die *Terra rossa* endlich, die "überall auf dem Kalk und nur auf dem Kalk vorkommt, wäre ein "wirkliches Ueberbleibsel, eine letzte Spur jener allgemeinen Mineral- "quellenergüsse oder der spätern Auswaschung des durch sie abgelagerten "Bohnerzes und Thons".

Il Taramelli (3), nel 1872, ispirandosi probabilmente al concetto allora predominante sull'origine endogena della bauxite, ritenne la "terra

(1) Morlot A., *Sulla conformazione geologica dell'Istria*. Trieste 1847.

(2) Morlot A., *Ueber die geologischen Verhältnisse von Istrien*. Wien 1848.

(3) Taramelli T., *Escursioni geologiche fatte nell'anno 1872 dal dott. Taramelli Torquato*. Ann. Scient. R. Ist. Tecnico di Udine.

rossa „ un prodotto di vulcani di fango sottomarini, formatosi fra 200 e 600 m. di profondità nei primi tempi del Miocene, durante il quale nelle regioni vicine si alternavano sedimenti fossiliferi con espandimenti di basalti e di doleriti. La mancanza di fossili, la contemporaneità con gli accennati espandimenti lavici, la presenza di formazioni idrotermali, le relazioni colle foibe e coi pozzi naturali del Carso [1] confermerebbero, a suo giudizio, l'origine endogena della " terra rossa „, mentre i caratteri litologici e chimici della stessa, ne escluderebbero la provenienza per opera di correnti terrestri o marine. La " terra rossa „ sarebbe stata, in seguito, interamente asportata dalle regioni arenaceo-marnose, dove l'erosione atmosferica continuò il lavorio iniziato nell'Eocene superiore, mentre si sarebbe conservata sugli altipiani calcarei, privi d'idrografia superficiale e solo in piccola porzione ricondotta all'interno per quelle stesse cavità da cui venne eruttata.

Con questa supposizione, come si avverte, veniva pure data una spiegazione del fenomeno carsico, ancora oscuro. Sebbene più tardi il TARAMELLI [2] stesso abbia riconosciuto che la sua ipotesi non era più sostenibile, si deve convenire che essa, pel suo tempo, non poteva essere più ingegnosamente costruita. Ricorderemo d'altronde come questa teoria rientrava in un ordine d'idee assai corrente in quell'epoca, poichè spiegazioni analoghe furono prospettate pure per l'origine del ferretto [3] e trovarono fautori durante molti anni. Così, secondo il GALDIERI [4], questi stessi concetti vennero illustrati pure dallo STOPPANI e furono accettati, almeno in un primo tempo, anche dall'JATTA, dal DE GIORGI e da altri. Fra gli stranieri ricorderemo lo SCHIERL [5], che ancora nel 1906, richiamandosi a precedenti studi dell'ABICH, riteneva che la " terra rossa „ fosse con ogni probabilità null'altro che cenere vulcanica alterata.

Fra quelli che videro nella " terra rossa „ un prodotto di rimaneggiamento di depositi precedenti, citeremo il LIPOLD (1858) [6], che la voleva derivata da sedimenti werfeniani; lo STACHE (1872) [7], che la consi-

---

[1] " Sotto la volta morbidissima degli altipiani calcarei e dolomitici la massa di vapori si disperse per mille vie ed esplodendo ha formato quelle numerosissime cavità crateriformi e cilindriche, che abbiamo accennato...... „ (TARAMELLI, Op. cit.)

[2] TARAMELLI T., *Dell'origine della terra rossa sugli affioramenti di suolo calcare.* Rend. R. Ist. Lombardo di Scienze e Lettere. Milano 1880.

[3] STAUDIGL E., (*Die Wahrzeichen der Eiszeit am Südrande des Gardasees.* Jb. k. k. geol. Reichsanst. Wien 1866), ritiene il ferretto una formazione marina.

[4] GALDIERI A., *L'origine della terra rossa.* - Portici, 1913.

[5] SCHIERL A., Jber. dtsch. Landes-Oberrealschule in Mähr-Ostrau 1906 (Cfr. BLANCK's *Handbuch der Bodenlehre* Vol. III, Berlin 1930).

[6] LIPOLD., Jb. k. k. geol. Reichsanst. 1858 (Cfr. BLANCK's *Handbuch d. Bodenlehre.* Vol. III).

[7] STACHE G., *Geologische Reisenotitzen aus Istrien.* Verh. k. k. geol. Reichsanst. Wien 1872.

— *Ueber die Terra rossa und ihr Verhältniss zum Karstrelief des Küstenlandes.* Ibidem 1886.

— *Ueber das Alter von Bohnerzfuehrenden Ablagerungen am " Monte Promina „ in Dalmatien.* Ibidem 1886.

derava originatasi da rocce ferruginose più antiche ([1]) ed il KRAMER (1889) ([2]) che ammetteva pel Carso l'esistenza di un'originaria copertura di argille e arenarie, che vennero in seguito quasi interamente asportate. I residui di questo mantello sarebbero andati a costituire la " terra rossa ". Assai più tardi, il LEININGEN accolse in parte quest'ultima spiegazione, che fu pure condivisa dal KALKOWSKY ([3]).

Ad ogni modo, non passò inosservato l'intimo rapporto che intercede fra l'area di diffusione della " terra rossa " e quelle calcaree carsiche. Essa fu anzi rilevata fin dal 1853 dallo ZIPPE ([4]), il quale avanzò l'ipotesi che la " terra rossa " rappresenta un residuo della soluzione dei calcari. Questo concetto fu ulteriormente elaborato dal BOUE' (1861) ([5]), dal v. HAUER (1868) ([6]), dal TIETZE (1873) ([7]), dal NEUMAYR (1875) ([8]) e più tardi dalla maggior parte degli studiosi italiani. Il NEUMAYR ritenne la " terra rossa " formata per un processo analogo a quello della formazione delle argille rosse abissali che si originano in parte per la decomposizione dei gusci calcarei dei foraminiferi ([9]) e come esse derivate precisamente da calcari organogeni, ricchi di foraminiferi.

Un nuovo e più giusto indirizzo di idee fu recato, quasi contemporaneamente, dal FUCHS. La conoscenza di vasti territori dell'Europa lo indussero infatti a ritenere la " terra rossa " come un suolo, ristretto ad alcune determinate regioni e a particolari condizioni litologiche e climatiche.

Nel 1875 ([10]) egli dice d'aver osservato la presenza della " terra rossa " anche su calcari d'origine non marina e rileva contemporaneamente che la formazione tipica di " terra rossa " si verifica solo sui calcari bianchi compatti e puri e non su quelli grigi, neri e marnosi. Aggiunge poi che la " terra rossa " si sviluppa unicamente sui calcari dell'Europa meridionale, mentre manca sui siluriani della Boemia, su quelli paleozoici e me-

---

([1]) A quest'ordine d'idee GALDIERI (op. cit.) obbietta che, se così fosse, tornerebbe difficile spiegare la scarsa diffusione attuale delle rocce dal cui disfacimento e rimaneggiamento sarebbe derivata la " terra rossa ".

([2]) KRAMER E., *Istrazivanja o postanku tako zvane " terre rosse "*. Rad. Jugosl. Akad. Agram 1889.

([3]) LEININGEN W., Graf zu; *Beiträge zur Oberflächen Geologie und Bodenkunde Istriens*. Stuttgart 1910.

([4]) ZIPPE F., *Ueber die Grotten und Höhlen von Adelsberg, Luegg, Planina und Laas*. Wien 1853.

([5]) BOUE', *Ueber Karst-und Trichterplastik*. Sitzungsber. Akad. Wiss. Wien 1861.

([6]) HAUER v., *Geologische Uebersichtkarte der österr. Monarchie*, Jb. k. k. geol. Reichsanst. Wien 1868.

([7]) TIETZE E., *Geologische Darstellung der Gegend von Karlstadt in Kroatien*, Jb. k. k. geol. Reichsanst. Wien 1873.

([8]) NEUMAYR M., *Zur Bildung der terra rossa*. Verh. k. k. geol. Reichsanst. Wien 1875.

([9]) Cfr. pure GLINKA K., *Die Typen der Bodenbildung*. Berlin 1914, p. 63.

([10]) FUCHS TH., *Zur Bildung der Terra rossa*. Verh. der k. k. geol. Reichsanst. Wien 1875.

sozoici della Francia settentrionale, del Belgio e dell'Inghilterra. Il FUCHS ne concluse che la formazione della " terra rossa „ è legata alle condizioni del clima, precisando che essa compare solo là dove il clima è asciutto e la vegetazione sporadica e dove non si accumula *humus*.

Col progredire degli studi, veniva anche meglio chiarito il fenomeno carsico, dovuto essenzialmente alla soluzione chimica ed in parte all'erosione meccanica delle acque d'infiltrazione superficiale. Inoltre veniva accertato che anche i calcari apparentemente più puri contengono un piccolo residuo di altre sostanze minerali.

Di qui sorse poi il problema relativo al comportamento e al destino di tale residuo e riguardo al quale il giudizio degli studiosi era discorde. Alcuni infatti ritenevano che una frazione così piccola (di solito inferiore alla centesima parte della roccia) non avesse alcun valore, considerando impossibile che l'enorme quantità d'acqua che era necessaria per la soluzione di masse considerevoli di calcare potesse rispettare quella frazione centesimale di residuo insolubile; il quale sarebbe stato invece gradualmente asportato. Per questi autori permaneva quindi in pieno la questione dell'origine della " terra rossa „, ed essi o accettavano le teorie precedenti oppure mantenevano delle riserve circa la sua genesi.

Un secondo gruppo di studiosi dava invece peso a questo residuo [1] insolubile: affermava cioè che esso non andava perduto, ma restava tenacemente aderente alle rugosità della roccia, accumulandosi un po' per volta nelle depressioni carsiche (doline), dove veniva a costituire la " terra rossa „.

Il concetto dei primi studiosi era dominato da una sottovalutazione del fattore *tempo* e da un predominio dei concetti di *massa d'acqua* e di *quantità di residuo*: il fenomeno veniva cioè idealmente accelerato.

Nel secondo gruppo di studiosi invece deve aver prevalso la nozione e forse la supervalutazione del fattore *tempo*. In questo concetto la massa d'acqua che suscita l'immagine della forza meccanica, scompare; prevale l'idea dello stillicidio, della costanza dell'imbibizione, d'un'acqua che inumidisce, che scioglie e che asporta lentamente la parte solubile; non dotata cioè di sufficiente energia per asportare meccanicamente il residuo insolubile. Quest'azione si compie solo in un secondo tempo ed agisce come una scopa, trascinando il residuo in un punto comune di raccolta (fondo delle doline), dov'è protetto da possibili perdite e dove apporti successivi aumentano il quantitativo originario: la " terra rossa „, per tal modo non è altro che la *cenere* dei calcari.

---

[1] Potranno riuscire interessanti alcune cifre: il GRACANIN calcolando per i calcari del Carso un residuo insolubile medio del 0.5 ‰, nel territorio di Segna, per l'azione delle acque meteoriche che sommano colà a una media annua di 1589 mm., si scioglierebbero 474 kg. di calcare per ettaro che lascierebbero un residuo di 2.37 kg. i quali formerebbero uno strato di terra di 35 cm. appena in 1666666 anni. Se l'acqua fosse satura di CO_2 questo spessore di terreno non sarebbe raggiunto prima di ben 38834 anni. (GRACANIN M., *Pedoloska istrazivanja Senja i blize okolice*. Zagreb 1931).

Questa disparità di vedute spinge gli studiosi a ricerche più approfondite. Si prendono i calcari e si sciolgono: si ricava artificialmente il residuo insolubile e lo si studia mineralogicamente e chimicamente. Analoghe ricerche si fanno sulla " terra rossa „ e i risultati vengono posti al confronto. Senonchè le idee, invece di venire chiarite, tornano a confondersi.

Il TUCAN [1] lavorando sul Carso croato, arriva alla constatazione che il residuo insolubile dei calcari corrisponde alla " terra rossa „. Il GALDIERI [2] invece in base ai suoi studi sulle terre rosse dell'Italia meridionale, asserisce: " che il residuo insolubile dei calcari checchè sia detto " in contrario, non corrisponde nè fisicamente nè chimicamente, nè mine- " ralogicamente alla terra rossa „.

Quale la causa di un tale disparere? Evidentemente il valore dei due scienziati quali il TUCAN e il GALDIERI non ammettono la possibilità di errori grossolani. La causa risiede semplicemente nel fatto che i terreni presi in esame, malgrado l'apparente somiglianza spettano a due tipi assai diversi. Il TUCAN aveva riscontrato che tutti i minerali presenti nel calcare si rinvenivano pure nella " terra rossa „ che su essi riposava per cui questa era un residuo della soluzione dei calcari. Il GALDIERI invece aveva osservato nei suoi campioni la presenza di numerosi granuli quarzosi arrotondati che mancavano nel calcare che ne formava il substrato; ritenendo tali granuli di trasporto eolico. Su queste basi sorsero le due opposte teorie sull'origine autoctona e di trasporto eolico della " terra rossa „.

Con tutto ciò la questione dell'origine della " terra rossa „ nell'idea originaria dei principali studiosi non aveva subìto quella deformazione sorta nella mente di coloro che volevano conciliare le vedute antagoniste dei diversi autori, in quanto il TUCAN si riferisce alla " terra rossa „ del Carso croato mentre il GALDIERI dice chiaramente essere questa l'origine delle terre rosse nell'Italia meridionale. Senonchè l'opinione generale rimase a concepire la " terra rossa „ come un prodotto unico e che come tale doveva avere un'origine unica; essa mirava a quella soluzione a cui si arrivò più tardi; ma per allora le pubblicazioni complicarono e confusero idee originariamente semplici e chiare.

In questo periodo d'evoluzione degli studi sull'origine della " terra rossa „ non dobbiamo dimenticare lo scopo della ricerca. Si trattava di risolvere il problema: La " terra rossa „ trae o no origine dal calcare? Deve considerarsi un prodotto autoctono o alloctono? in quest'ultimo caso è legata a cause endogene (attività vulcanica), oppure esogene (sedimentazione marina o eolica)? La ricerca assumeva quindi un carattere prevalentemente mineralogico e chimico.

---

[1] TUCAN FR., *Die Kalkgesteine und Dolomite des kroatischen Karstgebierges*, Ann. geol. Peninsula balcanique. Belgrad, 1911.

— *Sull'origine della Terra rossa*, - Giornale di geologia pratica. Parma e Pisa, 1914.

[2] GALDIERI A., op. cit.

Questa constatazione è necessaria per mettere in giusta luce la portata delle teorie e, ciò che più importa, il diverso indirizzo della ricerca col quale gli studiosi di questo periodo avevano affrontato il problema. Per accennare alla complessità delle vedute, dei ragionamenti e dei contrasti che caratterizzano questa fase di ricerca, che arriva fino circa al 1914 [1], ricorderemo solamente quanto segue: L'idea del WALTHER [2], che riteneva difficile l'ammettere che l'acqua la quale aveva disciolto e portato via centinaia di metri di strati calcarei avesse lasciato in posto i residui insolubili, mentre è stata giudicata priva di qualsiasi valore dal TUCAN e in parte dal GORTANI, mantiene invece ancora notevole importanza pel GALDIERI. La spiegazione del VINASSA DE REGNY [3], con cui riteneva la formazione della " terra rossa „ dovuta alla precipitazione, nelle conche carsiche e in generale nelle cavità del calcare, dell'idrato ferrico colloidale, derivante dai composti di ferro inquinanti i calcari, accolta in parte favorevolmente dal GORTANI, ha trovato forti obbiezioni dal TUCAN e meno accentuate da parte del GALDIERI. Quest'ultimo però la giudica insufficiente a risolvere la questione delle " terre rosse „ solo perchè utile a spiegare l'origine di alcuni fenomeni e di alcune " terre rosse „ locali. La teoria del GALDIERI, dell'origine eolica trova a sua volta notevoli obbiezioni negli stringenti lavori del TUCAN, il quale ha potuto dimostrare che il residuo insolubile dei calcari e delle dolomie del Carso croato ha la medesima composizione mineralogica della " terra rossa „ della stessa regione. D'altra parte i lavori del SALMOJRAGHI, mentre appoggiano l'idea del GALDIERI, tolgono valore generale alle deduzioni del TUCAN. Il SALMOJRAGHI infatti confrontando i minerali cristalizzati di tre " terre rosse „ del Carso triestino con quelli presenti nel residuo insolubile dei calcari che formano il substrato, venne alla conclusione che pure riscontrandosi alcune analogie, non vi era fra gli uni e gli altri identità nè quantitativa nè qualitativa, notandosi nella " terra rossa „ parecchie specie mancanti nei calcari, quali l'orneblenda, la melanite, l'andalusite, ecc.

Nella seconda metà del secolo passato, si andava però affermando fra i pedologi russi DOKUTSCHAIEFF e SIBIRCEFF ed altri, la nuova concezione dell'origine climatica dei terreni. Più tardi, nel 1914, il GLINKA [4] ribadiva il concetto, fondamentale pel moderno indirizzo della pedologia, che la formazione del terreno è intimamente legata alle condizioni climatiche di modo che, anche nel supposto che la crosta terrestre fosse costituita da un unico tipo litologico i suoli che ne derivano devono differire da una regione all'altra; e che, d'altra parte, in una stessa regione il terreno presenta una relativa uniformità di caratteri indipendentemente dalla natura

---

(1) Cfr. pure GORTANI M., *Terra rossa, bauxite, laterite*. Giornale di geologia pratica. Parma e Torino 1913.

(2) WALTHER J., *Einleitung in der Geologie als hist. Wissenschaft*. Iena 1893.

(3) VINASSA DE REGNY P., *Sull'origine della " terra rossa „* Boll. Soc. Geol. Ital., vol. XXIII. Roma 1904.

(4) GLINKA K., *Die Typen der Bodenbildung*. Berlin 1914.

del substrato su cui si è sviluppato. Il colore del terreno diviene un simbolo; esso viene considerato come l'espressione di un insieme di caratteristiche determinate dalle condizioni ambientali in cui il terreno si sviluppa. Così, per es., le *terre nere* sono dovute alle speciali condizioni di clima che favoriscono l'accumulazione di sostanze organiche. Le *terre cenerose* o *podsols*, caratterizzate dalla presenza di un orizzonte biancastro sotto uno strato umifero superficiale, si sviluppano nelle regioni umide che determinano la formazione di *humus* acido, il quale dilava dalla sostanza minerale i sesquiossidi di ferro, d'alluminio, ecc. Le *terre rosse* si formano in contrade umide che hanno condizioni ambientali tali (riduzione di vegetazione e temperatura elevata) che portano ad una rapida disgregazione delle sostanze organiche, in modo che queste spariscono dal terreno, il quale assume una tinta rossa intensa per copia di idrati di ferro. Altre cause presiedono alla formazione delle *terre gialle, grigie* ecc.

L'uniformità delle vastissime regioni russe hanno indotto gli studiosi alla concezione dell'origine climatica. La teoria trova conferma nella distribuzione zonale dei terreni della Russia, dove dalle regioni desertiche e steppose aride della regione caspica si passa alla fertile regione di steppa umida della Russia meridionale — tutt'oggi nota col nome di regione delle terre nere — e quindi alla fascia podsolica delle foreste, preludio delle tundre nordiche.

Questi concetti vennero esaminati ed accettati in Germania, in Rumenia, in Ungheria, mentre trovarono una certa opposizione negli altri paesi dell'Europa specie in quelli a sviluppo di regioni montuose o accidentate nelle quali l'influenza del clima sulla pedogenesi appare sviata dall'influenza del fattore litologico vario e dove l'asportazione continua del materiale di sfacimento, determina l'affioramento costante della roccia madre e genera terreni di trasporto.

Non di meno, questo nuovo orientamento d'idee si applicò nello studio delle terre rosse iniziando una nuova fase nell'indagine sulla loro origine. Esse vennero per la prima volta applicate allo studio della "terra rossa„ del Carso dagli studiosi d'oltr'alpe, ai quali il contrasto del clima mediterraneo con quello dell'Europa media e la sua influenza sulla pedogenesi doveva apparire più evidente. Non è quindi da meravigliarsi come i primi accenni alla relazione che intercede tra il clima e la formazione della " terra rossa „ siano rilevati nella bibliografia tedesca molto per tempo, quando ancora l'indirizzo mineralogico dominava la ricerca della maggior parte dei nostri studiosi e come essa trovò colà un rapido sviluppo così da sembrare in un primo tempo d'aver soppiantato ogni altro criterio di ricerca dando l'illusione che il problema della "terra rossa„ fosse ormai risolto. Da noi i progressi in questo campo furono molto più lenti e ci volle quasi un altro ventennio prima che la scuola climatico-genetica riuscisse ad affermarsi. Ciò forse per la intricata costituzione geologica e la morfologia accidentata della penisola italica e per la natura delle alluvioni, relativamente recenti, e spesso in continua sovrapposizione, di gran parte delle sue pianure. Tali fatti ostacolano la formazione di terreni climatici,

rendendo invece molto più evidenti le strette relazioni che passano tra la roccia madre e il detrito o il terreno che su esse riposa. Con tutto ciò lo studio sull'origine della " terra rossa „ è entrato anche in Italia in più moderno indirizzo di ricerche.

Secondo i nuovi principi la " terra rossa „ troverebbe la sua origine fondamentale nelle speciali condizioni climatiche delle regioni su cui è diffusa, quali l'elevata temperatura e la moderata umidità. Venendo a mancare queste condizioni non si ha più " terra rossa „ bensì terra bruna o nera. Ma su ciò avremo occasione di ritornare in seguito. Qui conviene chiederci piuttosto se con ciò il problema può ritenersi definitivamente risolto. Non possiamo nascondere infatti che se il problema climatico della distribuzione della " terra rossa „ è una realtà e un gran progresso della scienza, vi sono tuttavia molti particolari in cui questo influsso appare per lo meno problematico e forse da questi contrasti scaturiranno in avvenire nuove vedute.

In relazione alla concezione climatica della " terra rossa „ vanno qui ricordate alcune importanti definizioni. RAMANN (1) nel 1902 così scriveva: " Le terre rosse si caratterizzano per un ricco contenuto di composti di ferro e per povertà di sostanze organiche, per colori vivaci che oscillano fra il giallo e il rosso bruno, per lo più però sul rosso ruggine. Le terre rosse rappresentano un tipo di terreno diffuso nelle zone piuttosto calde, quantunque non manchino completamente neanche in territori più freddi... I loro caratteri dimostrano come sotto determinate condizioni climatiche nel terreno possono assumere grande importanza due processi: asportazione di acido silicico e formazione (ausscheiden) di ossidi di ferro colloidali „. In un primo tempo (2) egli ascriveva la formazione della " terra rossa „ a climi aridi mentre più tardi (3) la attribuì a quelli umidi caratterizzati da estati calde e da inverni miti, durante i quali avverrebbe la decomposizione dei residui organici (4).

Grande importanza, non solo alla precipitazione totale annua ma anche alla sua distribuzione nelle diverse stagioni, venne attribuita pure dal LEININGEN e dal BLANCK, che osservano come la quantità di precipitazione in sè stessa non permette di trarre sicure conclusioni sulla presenza o meno della " terra rossa „ anche perchè (5) i terreni sono spesso il risultato di fattori climatici e aclimatici di grande valore sui risultati finali.

Alla definizione del RAMANN, ritenuta generalmente una delle migliori, il REIFENBERG (6) contrappose quest'altra: " Le terre rosse mediterranee

---

(1) RAMANN E., *Das Vorkommen klimatischer Bodenzonen in Spanien.* Zeitsch. d. Ges. f. Erdkunde. Berlin, 1902.

(2) — Bodenkunde. 2° Aufl. 1905.

(3) — Bodenkunde. 3° Aufl. 1911.

(4) Secondo altri autori (REIFENBERG) sarebbe invece nell'estate che si compirebbe la distruzione della sostanza organica formatasi nell'inverno.

(5) KERNER-MARILAUN (Sitzgsber. Akad. Wiss. Wien 1923) Cfr. BLANCK'S Handbuch der Bodenlehre. Vol. III. Berlin 1930.

(6) REIFENBERG A., Die Entstehung der Mediterran - Roterde. Dresden 1929.

si sviluppano sui calcari e soggiaciono all' influenza di un tipico clima mediterraneo. Rispetto alla roccia madre, il calcare, si riscontra in esse un forte arricchimento dei sesquiossidi e della silice. Nei confronti con altri terreni di zone umide, esse possiedono un contenuto relativamente più elevato in sali di elementi alcalini e alcalino-terrosi. La ricchezza in ferro unita alla povertà di *humus* vale a conferire alla " terra rossa „ mediterranea la sua tinta spesso rosso viva. Sono per lo più terreni a reazione alcalina e a consistenza limosa; possono contenere concrezioni di ferro e di calcare „.

La differenza più importante fra queste due concezioni risiede pertanto nel fatto che mentre secondo il RAMANN la silice verrebbe in parte asportata per lisciviazione, secondo il REIFENBERG invece essa si accumulerebbe. Orbene la questione non si presenta tanto grave come forse potrebbe sembrare a primo aspetto, in quanto che il REIFENBERG specifica chiaramente nella sua definizione che il confronto è fatto al calcare considerato quale roccia madre. Piuttosto vien fatto di domandarsi (1) fino a quale punto giovi tener distinto il costituente carbonato di calcio (e di magnesio) da quello del cosidetto residuo insolubile dei calcari in quanto il primo e cioè un calcare purissimo, sotto qualsiasi clima umido subisce un semplice processo di soluzione e dunque un'asportazione senza lasciar nessun terreno, mentre il secondo (unitamente all'altro materiale di trasporto eolico o fluviale) rappresenta la materia prima, il vero punto di partenza per la formazione della " terra rossa „; solo quest'ultimo infatti può subire una diversa elaborazione pedogenetica in rapporto al clima di una regione, per cui è più esatto riferire il confronto di un eventuale arricchimento o asportazione della silice non al calcare come tale ma eventualmente alla composizione del suo residuo insolubile. Ciò deve essere stato pure intuìto dal RAMANN nella sua definizione generale.

Nel caso poi di molte " terre rosse „ italiane, il loro sviluppo dipende principalmente dal materiale accessorio che viene portato per varie vie e con vari mezzi sul calcare (2) dove le condizioni particolari legate al

---

(1) La risoluzione di questo problema è difficile per la soggettività dell'interpretazione.

(2) La sua composizione è molto diversa da quella dei residui insolubili dei calcari, per cui tenendo conto del contributo, spesso notevolissimo, di questa frazione minerale nella genesi della " terra rossa „ italiana, si vede come anche il problema dell'arricchimento in ferro di questi terreni, che tanto ha preoccupato gli studiosi in questi ultimi tempi, può avere una importanza subordinata, o limitata solamente ad alcune zone.

Sotto questo rispetto è opportuno far risaltare ciò che disse il GALDIERI, che " le regioni intorno al Mediterraneo, dove si trova la terra rossa, sono appunto regioni sulle quali cade grande quantità di polvere: sia perchè quivi molta se ne forma per le speciali condizioni climatiche, sopra tutto la lunghezza dei periodi di siccità, sia perchè molta ve ne arriva, trovandosi esse sulla via delle correnti aeree provenienti da quei grandi produttori di pulviscolo che sono i deserti africani; nè deve dimenticarsi che nel bacino mediterraneo abbondano i vulcani (attivi o da poco spenti), altri grandi fornitori di pulviscolo atmosferico. Nelle regioni settentrionali, invece, cade meno polvere, perchè meno ce n'è nell'aria, avendola le correnti provenienti dal Sud già deposta in gran parte per via assieme

paesaggio carsico da esso determinato favorisce la conservazione e l'incorporamento col residuo insolubile dei calcari e l'elaborazione di entrambi sotto l'influenza dei fattori pedogenetici di modo che ogni confronto delle " terre rosse „ rispetto il calcare e *spesso anche rispetto il suo residuo insolubile* è inamissibile. Il calcare, o roccia madre apparente della " terra rossa „, e il suo residuo insolubile aggiunto al materiale alloctono, o roccia madre vera, effettiva della " terra rossa „, pur manifestando un'azione combinata importantissima nella genesi di queste terre, esplicano tuttavia un'attività diversa che non va confusa ma nettamente separata ed individuata. Su questo principio, che verrà meglio illustrato nelle pagine seguenti, si basa la concezione dello scrivente sulla " terra rossa „ quando ancora non era al corrente dello studio del Reifenberg e cercava di combattere definizioni più vecchie. Io scrivevo allora [1]: " Sotto il nostro punto di vista " noi consideriamo la terra rossa il prodotto di elaborazione di nume- " rosi materiali provenienti principalmente dalla soluzione delle rocce ma- " dri e quindi da tutte quelle regioni che con mezzi meccanici (vento, piog- " gia) su essa hanno potuto arrivare. Voler isolare gli altipiani calcarei e " in genere le località in cui si forma la terra rossa, dal complesso del- " l'universo e dalle azioni di correlazione, è un non senso. Sui terreni cal- " carei indubbiamente è caduto e cade numeroso pulviscolo atmosferico, il " quale è andato ad accrescere il materiale di locale intrinseca produzione; " a sua volta questo materiale, sotto le determinate leggi chimico-fisiche " che in senso molto lato potrebbero dirsi *climatiche*, ha subìto nel tempo " determinati processi di scomposizione e di sintesi a cui hanno parteci- " pato tutti i fattori fisico-bio-chimici della pedogenesi, in modo che la " terra rossa che ci si presenta oggidì, non è nè il solo residuo della " soluzione dei calcari nè il solo pulviscolo accumulato e trasformato nel " tempo, nè il solo risultato della precipitazione colloidale, ma la terra " rossa è un corpo a sè generato nel tempo da un complesso di cause " in- ed estrinseche, le quali variamente influendo hanno originato le nu- " merose varietà che oggi compongono la famiglia delle *terre rosse car-* " *siche* in particolare e il tipo *terra rossa* in generale „.

E poichè siamo su questo tema non voglio trascurare la definizione

---

alle precipitazioni atmosferiche, e poca se ne raccoglie perchè colà il suolo è continuamente dilavato dalle abbondanti precipitazioni „.

Va poi ricordata la " pioggia rossa „ caduta a Trieste e a Pola ai primi di maggio 1933 (" Il Piccolo di Trieste „, 4 maggio 1933); quelle segnalate dal Marinelli del 10 marzo 1901 ecc.

Marinelli O., *Nebbie e pioggie rosse del 10 marzo.* Riv. Geografica Ital. VIII 1901.

[1] Comel A., *Sulle terre rosse friulane.* Boll. Soc. Geol. Ital. Vol. XLIX fasc. 1 — Roma 1930.

— *Sulle terre rosse del Carso Goriziano,* in " Studi Goriziani „ - Volume VII, Gorizia 1930.

data dal GORTANI già nel 1913 [1] e quella che il BLANCK riporta nel suo studio del 1930 [2] che è una delle migliori finora emesse.

" Col nome di terra rossa intendiamo il residuo insolubile di cal-
" cari e dolomie costituito essenzialmente da idrossidi d'alluminio, quasi
" sempre uniti a idrossidi di ferro e ad altri minerali, ora autigeni, ora in
" maggiore o minor parte allotigeni „ (GORTANI).

" La terra rossa rappresenta un terreno limoso colorato più o meno intensamente in rosso, il quale rispetto ad altri terreni si caratterizza per un certo arricchimento in ossidi di ferro e di alluminio e per una certa diminuzione della silice; per un per lo più forte impoverimento in elementi alcalini, alcalino-terrosi, e in sostanze umifere; caratteristica riesce per essa la natura in parte colloidale del ferro e dell'allumina che sono presenti, accanto all'argilla, in forma dei rispettivi geli idrati. La sua presenza è legata costantemente al calcare o a rocce ricche di calcare; presenta spesso concrezioni calcaree e ferruginose „ (BLANCK).

Da quanto brevemente esposto in questo capitolo circa l'origine della " terra rossa „ italiana, risulta che le ricerche in proposito hanno seguito dapprima un indirizzo prevalentemente geologico, quindi uno chimico-mineralogico e infine uno pedologico. Esse hanno attribuito alla " terra rossa „ un'origine endogena o comunque legata all'attività vulcanica; una origine prevalentemente autoctona, quando prevalse l'idea che essa rappresenti il residuo della soluzione dei calcari o il prodotto di rimaneggiamento di rocce o di materiali locali; un'origine alloctona allorchè s'aggiunse l'ipotesi d'un trasporto eolico; un'origine climatica quando si afferma la concezione che la sua formazione è intimamente legata alle condizioni del clima d'una regione.

Dall'esame di queste teorie emerge poi come molte di esse hanno esteso alla " terra rossa „ quell'origine che invece va più propriamente riferita ad alcuni componenti o ad alcune manifestazioni della " terra rossa „. Anzi sotto questo rispetto può affermarsi che lo studio moderno di questo terreno non può più occuparsi dell'origine della " terra rossa „ considerata come una unica entità ma dovrà bensì risolvere i problemi inerenti all'*origine dei diversi costituenti e dei diversi caratteri della " terra rossa „* ognuno dei quali potrà risalire a fenomeni diversi, spesso anche antagonisti.

Con questa nuova concezione, dell'origine della " terra rossa „, potranno venir rimessi in luce e riabilitati molti principî ritenuti sorpassati, se considerati come fondamenti di teorie, ma in realtà tutt'ora vivi della loro genialità se considerati quali interpretazioni di alcuni caratteri od elementi della " terra rossa „.

---

(1) GORTANI M., *Terra rossa, bauxite, laterite.* Giornale di Geologia pratica. Parma e Torino 1913.

(2) BLANCK E., *Die Mediterran-Roterde (Terra rossa).* Handbuch der Bodenlehre. Vol. III. Berlin 1930.

III. - I costituenti fisici della "terra rossa".

Com'è noto, il terreno consta di un'infinità di particelle grossolane, minute e minutissime di natura varia (granuli minerali, colloidi organici e inorganici ecc.) che determinano la caratteristica fisica e la struttura del terreno. La "terra rossa" va quindi studiata sia nella sua composizione elementare sia in quella delle sue forme più complesse derivate dalla riunione naturale dei singoli elementi semplici.

E' uso distinguere nel terreno lo *scheletro* dalla *terra fina* tenendo così separate convenzionalmente le particelle aventi un diametro superiore e rispettivamente inferiore a 1 mm.[1] Nelle forme più pure della "terra rossa", lo scheletro è ridotto a poca cosa ma quando il substrato litologico è ricco di elementi eterogenei (granuli minerali, noduli o liste selciose) questi permangono in gran parte del terreno facendo notevolmente aumentare la percentuale dello scheletro. Lo stesso avviene nei casi di immaturità genetica della "terra rossa" o di accidentale rimaneggiamento per l'azione delle acque di scorrimento superficiale che spesso trascinano notevole copia di frammenti calcarei.

Lo scheletro organico è composto da frustoli vegetali o da spoglie animali; normalmente esso è scarso e in continua distruzione, condizione questa che è indispensabile per la genesi della "terra rossa".

Più interessante risulta lo studio della frazione più minuta dello scheletro e di quella più grossolana della terra fina; perchè in essa vi entra gran parte del residuo dei calcari puri [2] e del materiale più grossolano giunto per altre vie (eolica).

Premetto che lo studio mineralogico della "terra rossa" richiede ancora accurate e ampie ricerche. Senza disconoscere gli importanti studi fatti in merito, essi non hanno seguito il ritmo generale delle indagini sulla "terra rossa" e quindi le notizie che se ne hanno sono piuttosto parziali e risalgono a vari anni.

---

[1] Questa misura, presso molte altre nazioni, è di 2 mm.

[2] La percentuale degli elementi che non siano carbonato di calcio o di magnesio dei calcari che costituiscono il substrato della "terra rossa" è molto varia e spesso più elevata di quanto comunemente non si creda. Giova pertanto anche qui distinguere una impurezza di roccia, dalla impurezza di un insieme stratificato, perchè spesso banchi di calcare quasi puro si alternano con interstratificazioni notevolmente argillose che possono avere grande importanza nei confronti della quantità o qualità di residuo che può risultare dalla soluzione del complesso stratificato.

Il Tucan su circa 150 calcari e dolomie del Carso croato ha trovato una media di 0.32 % di residuo insolubile. Il Salmoiraghi e il Galdieri circa 0.50 %. L'Edlmann per un calcare dell'Istria 0.62 %. Il Neumayr per un calcare bianco dell'isola di Cherso 0.044 %. Il Comel su 11 calcari del Carso goriziano trova un minimo di 0.05 e un massimo di 0.82 %. Il Blanck per due calcari di Laurana e di Crikvenica 0.18 e 0.16 %. Il Gracanin su quattro calcari e dolomie del Carso di Segna trova 0.09 - 0.16 %. Cifre più elevate sono riportate dal Leiningen per calcari venati di Cigale ecc.

Uno dei lavori più organici in merito è certamente quello del TUCAN sulla " terra rossa „ della Croazia, nella quale si sono riscontrati i seguenti minerali: quarzo, muscovite, flogopite, sericite, biotite, epidoto, clinozoisite, zoisite, idrargillite, diasporo, anfibolo, granato, clorite, distene, feldspati diversi, staurolite, titanite, corindone, tormalina, zircone, rutilo, anatasio, periclasio, brucite, apatite, pirite, ematite.

Giova qui ricordare come il TUCAN consideri la " terra rossa „ una mescolanza minerale di cui la porzione prevalente è data dall'alluminio idrato, la sporogelite ($Al_2 O_3.H_2O$) mentre gli altri minerali hanno importanza solo in quanto servono a chiarire la sua origine e a stabilire i rapporti della " terra rossa „ coi calcari e colle dolomie della regione ([1]). Il TUCAN aggiunge poi di non aver trovato mai sporogelite pura, bensì mista a geli di Fe_2O_3 e di $2\ Fe_2O_3.3\ H_2O$, $MnO.H_2O$ e di $SiO_2.2\ H_2O$, i quali precipitano contemporaneamente, dando origine ad un gelo apparentemente omogeneo, i cui costituenti non possono considerarsi come combinazioni chimiche.

La *sporogelite* deriverebbe a sua volta dalla precipitazione dell'alluminio contenuto in soluzione nelle acque marine, per l'azione del carbonato di sodio e di ammonio derivante dalla decomposizione delle albumine degli organismi morti che presero parte alla formazione dei calcari.

Il LEININGEN, che studiò in collaborazione col WEINSCHENK e col MALHERBE numerosi residui di levigazione di "terre rosse „, ha portato su questo tema un validissimo contributo ([2]). Ricordiamo qui i risultati di alcune delle sue analisi:

1.) *Terra rossa di Lussimpiccolo*: sabbia grossolana (particelle $>$ 0.5 mm.): calcare, granuli quarzosi (raramente arrotondati), granuli limonitici. Sabbia fina (particelle 0.5 $\div$ 0.06 mm.): limonite, magnetite, quarzo, calcite, albite, muscovite, epidoto, clorite.

2.) *Terra rossa di Lussimpiccolo fra Cigale e Boccafalsa*: sabbia grossolana: limonite, quarzo in granuli prevalentemente angolosi. Sabbia fina: limonite, magnetite, lamine di ematite (Eisenglanz), quarzo, feldspati, ortoclasio, muscovite, orneblenda, clinozoisite, epidoto, sillimanite, granato, egirinaugite, zircone, titanite, tormalina, rutilo, distene.

3.) *Terra rossa di S. Pietro del Carso*: sabbia grossolana: calcare, quarzo, limonite. Sabbia fina: limonite, magnetite, calcite, muscovite, albite, oligoclasio, rutilo, apatite, epidoto, zircone, titanite, tormalina.

Sulla sabbia fina di un'altra terra prossima a S. Pietro del Carso, oltre ai citati minerali, vi sarebbero ancora: ortoclasio, orneblenda, glaucofane, granato, distene, ecc.

([1]) TUCAN F., *Sull'origine della Terra rossa*. Giornale di geologia pratica. - Parma e Pisa 1914, pag. 6.

([2]) LEININGEN W. GRAF ZU., *Entstehung und Eigenschaften der Roterde*. - Int. Mitt. f. Bodenkunde. Berlin 1917.

— *Einflüsse aeol. Zufuhr auf die Bodenbildung mit besonderer Berücksichtigung der Roterde*. Mitt. d. Geol. ges. - Wien 1915.

4.) *Terra bruna del M. Nevoso:* quarzo in granuli in parte arrotondati, limonite, ortoclasio, microclino, albite-oligoclasio, muscovite, calcite, orneblenda, tormalina, granato, distene, rutilo, titanite, epidoto, clorite, zircone, apatite.

Il SALMOJRAGHI (¹) nella " terra rossa „ di Nabresina (Carso di Trieste) trova i seguenti minerali: quarzo in granuli angolosi (dominanti); carbonati (abbondanti); magnetite, ilmenite, zircone, tormalina (frequenti); calcedonio, cromite, rutilo, granato, muscovite e biotite (scarsi); solfuri di ferro in sferule e cristalli, piromaca e ortose (molto scarsi); quarzo in cristalli, plagioclasio, orneblenda, epidoto, cloritoide, clorite, glauconite, (rari).

Lo stesso Autore in due altri campioni di " terra rossa „ prelevati nei dintorni di S. Croce (Trieste), trova oltre i minerali più comuni, anche sillimanite, andalusite, zoisite e glaucofane.

Il CHELUSSI (²) nelle " terre rosse „ del Carso triestino, prelevate a Prosecco, Sesana e Nabresina trova: ilmenite, zircone, tormalina, staurolite, andalusite, rutilo, granato, anfibolo, cloritoide, titanite, cianite, quarzo; feldspati, epidoto, glaucofane.

Notava, poi, come essi variassero, da luogo a luogo anche colla profondità.

Lo stesso Autore, nelle " terre rosse „ del Senese trova in quelle della Montagnola, prelevate fra Certano e Piazza, Lucerena, S. Colomba, fra le Volti e Rosia, Monteriggioni e Cetinale i seguenti minerali: zircone, tormalina, rutilo, quarzo, feldspato, epidoto, staurolite, diallagio, zoisite, granato, orneblenda, muscovite e spinello.

In quelle di S. Gimignano-Poggio del Comune, prelevate a S. Donato, Bombereto, Pianore, Le Pianorine, Pozzo ai Carnieri: zircone, tormalina, spinello verde, epidoto, zoisite, granato, staurolite, quarzo, feldspato, ematite, anfibolo, rutilo, glaucofane, cloritoide.

Nelle " terre rosse „ dell'Abruzzo aquilano, nei Monti di Bagno: augite, diopsite, cianite, quarzo, feldspati e muscovite. Nel Cicolano: biotite, anfibolo, spinello, augite, quarzo, feldspati, staurolite, cianite, glaucofane, zircone, tormalina, cloritoide, olivina, ilmenite, rutilo, sillimanite, magnetite, orneblenda.

Il PRINCIPI (³) nelle " terre rosse „ dei dintorni di Perugia trova oltre quarzo e feldspati una piccola quantità di olivina, zircone, staurolite, glaucofane, epidoto, andalusite, biotite, orneblenda, melanite, ematite, ilmenite.

Il DE ANGELIS D'OSSAT (⁴) nelle " terre rosse „ della Provincia di

---

(¹) SALMOJRAGHI F., *Sulla continuità del fiume Timavo.* Atti Soc. It. di Sc. Naturali. 1905.

(²) CHELUSSI I., *Psammografia di alcune " terre rosse „ italiane.* Boll. Soc. Geol. It. Vol. XXIX. Roma 1910.

(³) PRINCIPI P., *I terreni agrari nei dintorni di Perugia.* Le Staz. Sper. Agr. Ital. Vol. LIII. Modena 1920.

(⁴) DE ANGELIS D'OSSAT G., *La Geologia Agricola e la provincia di Roma.* Boll. Soc. Agricoltori It. A. V. N. 22. Roma 1900.

Roma pone in evidenza la ricchezza di minerali vulcanici quali augite, mica, leucite, ecc.

Il GALDIERI [1] trova nelle terre rosse dell'Italia meridionale (Terra d'Otranto) gran copia di granuli quarzosi, molti dei quali arrotondati [2].

Le stesso Autore nella terra rossa di Capri nota la ricchezza in sanidino; in quella di Vico Equense riconosce predominanti i granuli di piromaco comunissimo nelle prossime arenarie eoceniche; in quella delle colline di Brignano (Salerno), dove assai più in basso affiorano argille plioceniche plastiche, GALDIERI fa notare la loro eccezionale plasticità ecc.

Nelle " terre rosse „ siciliane, prelevate nei dintorni di Palermo e di Trapani, il CHELUSSI rileva l'estrema scarsità della parte pesante e l'abbondanza dello zircone e della tormalina. Nelle " terre rosse „ del M. Pellegrino (Palermo) nella parte leggera nota la presenza di molti granuli di quarzo e di feldspati; rarissimi invece i plagioclasi.

Nella parte più pesante, molti granuli opachi, angolosi o *sferici* o *sferoidali*; abbondantissimo zircone e tormalina, rarissimi anfiboli e staurolite. Nella regione Valdese (Palermo) trova poi rara augite, staurolite, rutilo e muscovite. A Castellamare (Trapani), zircone, tormalina, rutilo e staurolite.

Da questi dati si vede che gli elementi minerali che si trovano nella " terra rossa „ sono molti e di varia natura. Ora, vien fatto di chiedersi se tutti provengono dalla roccia calcarea che forma il substrato della regione, o se invece da diversa origine.

Il TUCAN constatò che i minerali delle " terre rosse „ croate si ritrovano tutti (eccetto l'anatasio) nei residui insolubili dei calcari e delle dolomie del Carso croato. Il LEININGEN li ritiene di origine in parte locale e in parte di più lontana provenienza; per le " terre rosse „ del Carso ad es., notevole sarebbe il contributo giunto per via eolica, proveniente dalle formazioni scistoso-cristalline delle Alpi centrali [3]. Confrontando poi i minerali presenti nel residuo insolubile di alcuni calcari (non però della stessa località ove fu prelevata la " terra rossa „) il LEININGEN propende alla conclusione che, pur trovandosi in essi in linea generale sensibile corrispondenza, tuttavia i residui del calcare non potrebbero competere coi residui delle levigazioni per ricchezza e sviluppo degli elementi mi-

---

[1] GALDIERI A., *L'origine della terra rossa*. Portici 1913.

[2] Ciò si verifica pure, come risulta dalle mie ricerche, nelle " terre rosse „ della Sicilia (Palermo). (COMEL A., *Osservazioni sui terreni della Sicilia con speciale riferimento alla terra rossa*. Boll. Soc. Geol. Ital. Vol. L. Roma 1931.

— *La terra rossa della Grotta Addaura presso Palermo*. Il Naturalista Siciliano. Vol. VIII. Palermo 1932.

[3] A meno che soggiunge l'EDELMANN non si possano far derivare dai prodotti di disgregazione dei materiali del Flysch sviluppati qua e là nella regione dinarica e facile preda dei venti. (*La terra rossa forestale di Parenzo*. - Ann. R. Ist. Sup. Forestale Naz. Vol. VII. Firenze 1922).

neralogici, i quali dovrebbero la loro origine in prevalenza a un trasporto eolico od idrico.

Il SALMOJRAGHI afferma infine che nelle " terre rosse " del Carso triestino alcune specie non sono presenti nel residuo insolubile dei calcari. Così pure il CHELUSSI e il PRINCIPI ritengono che almeno una parte dei minerali da loro rintracciati debbono derivare da trasporto eolico o per opera delle acque, tant'è vero che nei dintorni di Perugia tutti i minerali delle " terre rosse " mancanti nel calcare sono invece presenti nelle sabbie plioceniche dei dintorni.

Il GALDIERI ritiene i minerali da lui segnalati quasi esclusivamente di trasporto eolico.

Le osservazioni di tutti questi autori naturalmente sono valide per la regione da essi studiata. Io stesso ho potuto constatare la presenza e la notevole abbondanza in alcuni campioni di " terra rossa " del M. Pellegrino (Palermo) di granuli quarzosi arrotondati i quali mancano nei calcari della regione. D'altra parte ho anche osservato grossi cristalli di augite nelle " terre rosse " del Piano di Arcinazzo nel Lazio. Le " terre rosse " del Carso presentano invece assai scarsi elementi estranei. Con ciò arriviamo alla constatazione che la " terra rossa " contiene minerali liberati dalla roccia madre colla progressiva soluzione del calcare, associati ad altri trasportati dalle acque o dal vento (1). Il rapporto fra queste frazioni varia da regione a regione avendosi in alcune sviluppo di " terre rosse " con minerali quasi esclusivamente locali e in altre elementi quasi interamente estranei.

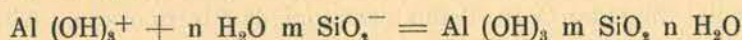
Lo stato di freschezza di questi minerali nella " terra rossa " è vario, nè potrebbe essere diversamente. Ad ogni modo va ricordato come non tutte le osservazioni degli autori sono in ciò concordanti. Così, per es., mentre lo SCHIERL fa risaltare il loro stato di alterazione giudicandoli cavernosi, spugnosi, arrotondati, il LEININGEN pone in evidenza lo stato spesso eccezionale di freschezza per quanto riguarda la conservazione degli spigoli e del colore. In realtà, è facile intendere come uno stesso campione di " terra rossa " debba contenere granuli in diverso stato di conservazione. Gli ultimi arrivati, sia per via eolica, sia per la distruzione dei calcari, saranno evidentemente meglio conservati e di più fresco aspetto nei confronti di altri più antichi. Oltre al tempo debbonsi poi considerare le diverse affinità chimiche fra minerali ed ambiente pedologico.

Fra lo scheletro, sebbene in posizione speciale, poniamo anche le concrezioni calcaree e ferruginose che furono segnalate dal TUCAN, dal BLANCK, dal LEININGEN ecc. in alcune " terre rosse ". Io finora non ne ho osservate. Queste concrezioni in parte preesisterebbero nella roccia, in parte invece sarebbero dovute a deposizione secondaria nel terreno per processi fisicochimici. La presenza delle concrezioni calcaree nella " terra rossa " dell'Alta Aniene mi fu segnalata dal prof. DE ANGELIS D'OSSAT; su quelle dell'Italia

(1) Cfr. pure GORTANI M., *Terra rossa, bauxite, laterite.* Giornale di geologia pratica, Parma Torino 1913.

meridionale accenna pure il GALDIERI che dice di averle osservate a Vietri e nel Vallone di Massa Equana, nella grossezza da meno di 1 cm. a quella di parecchi centimetri, alle volte rotondeggianti, altre invece, bitorzolute. Lo stesso autore accenna pure alla presenza di concrezioni ferriche piccolissime spesso microscopiche; ma talvolta anche a quelle grandi quanto un'oliva dette colà *uddie*.

La frazione colloidale della " terra rossa „ è costituita principalmente da idrati d'alluminio e di ferro ([1]) e da silice, che possono entrare fra loro nei più svariati rapporti. Le acque leggermente alcaline che circolano nella " terra rossa „ grazie agli anioni contenuti, OH^- e CO_3^- entrano in reazione colle soluzioni colloidali positive di ferro e d'alluminio facendoli precipitare. Reazioni analoghe possono anche effettuarsi colla silice secondo lo schema

$$Al\,(OH)_3^+ + n\,H_2O\;m\,SiO_2^- = Al\,(OH)_3\;m\,SiO_2\;n\,H_2O$$

dando origine a complessi d'assorbimento di idrati ferrici o alluminici e geli silicici, nei quali il rapporto fra il sesquiossido e la silice può variare molto come risulta dagli studi di WIEGNER, STREMME, v. SIGMOND ecc.

Essi traggono origine principalmente dall'alterazione dei minerali di cui s'è fatto parola; ma non è improbabile che in parte si trovino originariamente contenuti nel calcare, dalla cui soluzione vengono poi nuovamente liberati ([2]).

Sui rapporti quantitativi delle diverse frazioni di grandezza delle particelle, che qui verranno valutate non con misura di diametro, ma con uguale velocità di caduta, noteremo come non si possano fissare cifre di valore generale, in quanto che ogni " terra rossa „ risente fortemente delle cause che hanno presieduto alla sua costituzione ([3]). E' implicito pertanto che i rapporti fra le singole particelle non possano seguire leggi generali o comunque principî definibili a priori. Tuttavia un certo rapporto sembra esistere per gruppi di " terre rosse „ che su di un determinato spazio hanno cause comuni di origine. Così nelle " terre rosse „ del Carso, la parte sabbiosa uguaglia all'incirca quella argilloide e su quest'ultima la frazione

---

([1]) La presenza di ferro e d'alluminio in forma di ossidrati liberi, si è potuta constatare attraverso la solubilità (e decolorazione rapida per il ferro) in acidi diluiti (HCl) e il grado di igroscopicità, quindi attraverso processi di assorbimento e di scambio anche con sostanze coloranti (di anilina).

([2]) Il concetto della inclusione nel calcare di una terra rossa antica è stata ripetutamente sostenuta anche recentemente dal LEININGEN.

([3]) Merita ricordare come il GRACANIN noti che le " terre rosse „ del Carso di Segna qualora poco profonde, in pendio, con scarsa vegetazione e in genere con scarsa influenza dei fattori biologici, possiedono un grado minore di dispersione delle particelle più minute che non le " terre rosse „ che sostengono una ricca copertura vegetale.

Egli interpreta questo fenomeno con la gelificazione irreversibile o difficilmente reversibile dei *sol* ferrici per effetto delle temperature più elevate alle quali esse sarebbero sottoposte nei mesi estivi.

Lo scrivente ha potuto constatare anche questo fenomeno in certe " terre rosse „ del Carso goriziano.

colloidale equivale alla somma delle due successive frazioni più grossolane. Questo carattere, verificato dallo scrivente su numerosi campioni del Carso goriziano-triestino, sembra essenziale per la " terra rossa „ di questo territorio. Giova però ricordare che detto rapporto non è valido per le " terre rosse „ dell'Italia centrale e meridionale, dove elementi d'origine eruttiva o di trasporto eolico, modificano sensibilmente i rapporti fra i singoli ordini di grandezza degli elementi costituenti. D'altronde prima di determinare la caratteristica fisico-meccanica d'un tipo o varietà di " terra rossa „, è opportuno procedere molto cautamente, estendendo l'analisi a un gran numero di campioni.

La seguente tabella dà in cifre i valori trovati per alcune " terre rosse „ italiane dallo scrivente, adagiate tutte sul medesimo substrato calcareo del Cretaceo ed eseguite con lo stesso metodo analitico.

La ricchezza in particelle colloidali farebbe ritenere la " terra rossa „ un terreno argilloso pesante; ma in realtà sul Carso essa ha struttura grumosa dando terreni sciolti e porosi; solo quando questi sono bagnati e in questo stato vengono compressi, s'impastano in zolle tenaci e plastiche che induriscono all'aria; ma appena esse vengono nuovamente a contatto con l'acqua, tosto si disfanno riprendendo l'originario aspetto grumoso.

Io ho compiuto su questa caratteristica fisica alcune ricerche speciali ed ho constatato che la grumosità naturale è una caratteristica della " terra rossa „ del Carso goriziano-triestino, di quelle dei Colli Euganei, del Lazio e della Sicilia (1) La grandezza dei grumi (compresa per lo più fra $^1/_3$ e 10 mm.) o il predominio di alcuni diametri, pur essendo relativamente costanti, possono subire sensibili variazioni qualora notevoli siano le impurità del calcare o i materiali pervenuti da altre regioni. Nel 1920 il PRINCIPI (2) segnalava anche nelle " terre rosse „ dei dintorni di Perugia " la struttura granulare assai caratteristica „ e anche il GRACANIN (3) recentemente, nota la grumosità delle " terre rosse „ di Segna che secondo lui sarebbe dovuta alla assenza di idrosoli nel terreno.

---

(1) COMEL A., *Sulle terre rosse dei Colli Euganei*. Boll. Soc. Geol. Ital. Vol. L, Fasc. 2. - Roma 1931.

— *Su due terre rosse e una terra nera del Lazio*. Ibidem. Vol. XLIX, Fasc. 2. - Roma 1930.

— *Osservazioni sui terreni della Sicilia con speciale riferimento alla terra rossa*. Ibidem. Vol. L, Fasc. 2. - Roma 1931.

(2) PRINCIPI P. - *I terreni agrari nei dintorni di Perugia*. Le Stazioni sperimentali agrarie ital. Modena 1920.

(3) GRACANIN M., *Pedoloska istrazivanja Senja i blize okolice*. Zagreb 1931.

Levigazione di "terre rosse„ su 100 parti di terra fina (1 mm.) secca all'aria.

Particelle con velocità di caduta in mm. per secondo	Capriva del Carso	S. Martino del Carso	Cinto Euganeo	Trivigliano (Lazio)	M. Pellegrino (Sicilia)
Inferiore a 0.002	40.80	29.64	34.92	16.13	26.10
Fra 0.002 e 0.02	17.68	16.47	16.24	8.22	14.84
Fra 0.02 e 0.2	16.78	15.83	11.62	7.42	15.22
Fra 0.2 e 2	14.26	18.80	10.70	8.56	15.24
Superiore a 2	10.48	19.26	26.52	59.67	28.60

Setacciatura su 100 parti di terreno (stato naturale) secco all'aria:

Grumi terrosi del diametro:	Capriva del Carso	S. Martino del Carso	Cinto Euganeo	Trivigliano (Lazio)	M. Pellegrino (Sicilia)
0 — 1/3 mm.	5.40	1.40	2.80	6.80	5.50
1/3 — 1 mm.	28.20	13.20	21.70	25.40	12.00
1 — 2	29.80	17.40	23.80	24.40	11.80
2 — 5	25.90	41.00	35.50	33.00	24.70
5 — 10	6.90	21.00	10.60	10.40	31.00
sup. a 10	3.80	6.00	5.60	0.00	15.00

IV. - Composizione chimica della " terra rossa „.

Da quanto finora esposto è facile intendere che la composizione chimica della " terra rossa „ varia in dipendenza dalla natura dei costituenti mineralogici contenuti nel calcare e da quelli di provenienza estranea; essa è poi pure subordinata in parte notevole alla natura dei processi pedogenetici che presiedono alla sua formazione. Quale termine di paragone si usa tuttavia riferirsi alla " terra rossa „ del Carso essendo stata essa la prima ad essere studiata ed ancor oggi è la meglio nota; poi perchè rispetto alle altre è da ritenersi la più pura, in quanto essa deriva in modo prevalente dal solo materiale rimasto dalla soluzione dei calcari.

Composizione chimica della " terra rossa „ del Carso.

Analogamente alla costituzione fisica, la composizione chimica va studiata sia nell'analisi elementare, determinando quantitativamente i singoli elementi chimici, sia nelle loro forme di combinazione, in quanto esse costituiscono unità più complesse d'ordine chimico e mineralogico.

Nella " terra rossa „ pura gli elementi dominanti sono silice, allumina, ferro e acqua che costituiscono da soli circa il 90-95 %. Il rimanente 5-10 % è formato per la massima parte dalle sostanze organiche (1-2 %) e dagli altri consueti elementi: titanio, manganese, calcio, magnesio, sodio, potassio ecc.

Interesserebbe molto sapere la forma di combinazione e lo stato fisico e chimico nel quale sono presenti questi elementi nella " terra rossa „. A parte il fatto che gli studi a nostra disposizione sono scarsissimi e incompleti, si può facilmente prevedere come essa sia molto complessa. Fu avvertito che alla costituzione della " terra rossa „ partecipano svariati elementi mineralogici e colloidali. L'analisi chimica ci dà invece un quadro complessivo dei singoli elementi che in parte sono contenuti dai minerali ancora inalterati, in parte nei loro prodotti intermedi di decomposizione, in parte infine nelle loro ultime forme di trasformazione e spesso in quella di composti d'assorbimento. Dalla composizione fisico-meccanica della " terra rossa „ e cioè dalla conoscenza del rapporto che intercede fra la parte colloidale e quella più pesante (minerale), si può fino a un certo punto intravvedere il predominio di una forma di combinazione sull'altra, ma mai trarre norme conclusive assolute.

La *silice* contenuta nella " terra rossa „ in percentuali che oscillano intorno al 45 %, originariamente, è legata sia a forme pure, quali il quarzo e il calcedonio, sia a silicati complessi di ferro, alluminio, calcio ecc.; sia a forme più semplici di alterazione, quali la silice colloidale. Notevole a questo proposito è l'elevata solubilità della silice in carbonato sodico, che nelle " terre rosse „ dell'Istria spesso supera percentuali del 10 %.

L'alluminio che entra per circa il 20 %, qualora non faccia parte di minerali a composizione chimica ben definita, può trovarsi nel terreno allo stato colloidale in vario grado di idratazione. Nella " terra rossa " del Carso essa è circa per metà solubile in acido cloridrico.

Il *ferro* (10 %), si trova per la massima parte in forma di ossidrato e in vario stato di idratazione [1]. In acido cloridrico si scolora rapidamente e passa quasi tutto in soluzione.

Il *titanio,* accompagna quasi sempre il ferro; è presente in percentuali variabili ma in genere limitatissime.

Il *manganese*, può assumere talora importanza nella formazione di concrezioni che furono segnalate dal TUCAN nel Carso croato; ma esse non sembrano avere grande diffusione.

Il *calcio*, scarso nei tipi più puri di " terra rossa ", ove il calcare è completamente asportato, aumenta man mano che nel terreno permangono dei frammenti calcarei. Su 100 parti di terreno vengono così a ridursi proporzionalmente tutte le percentuali degli altri componenti. Il contenuto in carbonati rappresenta così spesso un indice del grado di purezza d'una " terra rossa ", oppure del suo stadio di evoluzione genetica.

Il *magnesio*, normalmente è molto scarso e originariamente per lo più associato al carbonato di calcio nel calcare o nei suoi termini più magnesiaci che possono spesso passare a vere dolomie. Salvo in questi ultimi casi del tutto particolari esso entra nella " terra rossa " di solito in percentuali minime superando di rado l'1 %.

Il *sodio* e il *potassio*, derivano principalmente dalla decomposizione dei minerali feldspatici. Alle volte, specie nelle zone costiere, il tenore in sodio predomina su quello del potassio e la sua percentuale può salire sensibilmente. Si tratta in questo caso di sodio legato originariamente al sal marino portato dalle acque piovane e dai venti provenienti dal mare. Su questo fenomeno messo in evidenza anche dallo scrivente [2], viene pure richiamata l'attenzione dal GRACANIN [3]. Gli alcali possono spesso superare il 2 % ma normalmente si mantengono entro valori più limitati.

---

[1] Piccole concrezioni che accompagnano certe " terre rosse " del Carso, studiate dal TUCAN e dal KISPATIC, hanno un contenuto del 92.27 % di Fe_2O_3, 2.67 % di perdita a fuoco, 2.26 di CaO, 0.67 % di MnO, 1.60 % di Al_2O_3 e 1.76 % di SiO_2; questa modificazione colloidale di Fe_2O_3, molto simile all'ematite, fu chiamate dal KISPATIC *Ematogelite.*

(TUCAN F., *Sull'origine della Terra rossa.* Giorn. d. Geol. pr. - Parma e Pisa 1914).

Siccome molti testi riportano quale esempio di tipica " terra rossa " quella analizzata dal LEININGEN che conterrebbe ben 32 % di Fe_2O_3 contro 3 % di Al_2O_3 credo doveroso avvertire come questo campione rispecchi solamente un caso particolare di " terra rossa ". Essa si stacca infatti da tutte le altre, ormai numerose, analizzate finora.

[2] COMEL A., *Osservazioni sulla composizione chimica delle acque piovane della media pianura friulana.* Annali Staz. Chimico-Agr. Sper. di Udine, Vol. II. 1930.

— *Un secondo biennio di osservazioni sulla composizione chimica delle acque piovane della media pianura friulana.* (1930-31) *e risultati riassuntivi del quadriennio* (1928-31). Ibidem 1932.

[3] GRACANIN M., Op. cit.

Il *solfo*, è pure scarsissimo e deriva in gran parte dall'ossidazione della pirite (1) (2) (3) che è diffusa nei calcari del Carso.

Il *fosforo*, è pure scarsissimo. Il contributo portato dai fossili contenuti nei calcari del Carso fu studiato dal VIERTHALER il quale trovò che esso poteva essere valutato a 0.18 % di $P_2 O_5$.

L'*azoto*, è legato alla presenza delle *sostanze organiche* che normalmente non superano il 2 %. Il grado di decomposizione delle sostanze organiche normalmente è molto elevato: la saturazione con basi alcalino-terrose, come si deduce dalla reazione generale del terreno, è notevole in modo che solo in singole zone, può verificarsi una parziale insaturazione.

L'*acqua igroscopica* (umidità), è elevata e dovuta in modo particolare ai geli di ferro idrato, che possiedono una superficie maggiore rispetto a quelli alluminici (4); secondariamente alla silice colloidale ecc.

L'acqua igroscopica nelle "terre rosse" del Carso, secche all'aria, determinata in stufa ad acqua oscilla intorno al 3·6 %; oltre ad essere in relazione con la quantità di colloidi presenti nel terreno essa è pure notevolmente influenzata dallo stato igrometrico dell'aria ambiente. Esperienze che ho eseguito in riguardo, hanno messo in evidenza oscillazioni variabili fino a un terzo del valore totale di igroscopicità rispetto allo stesso terreno, secco all'aria, analizzato in diversi periodi dell'anno.

In altre ricerche che ho eseguite per sapere se tutte le particelle del terreno, inferiori a 1 mm. di diametro, avessero uguale potere igroscopico, rispetto all'aria ambiente, (separando per setacciatura le frazioni con diametro compreso fra uno e mezzo mm.; fra mezzo e un decimo di mm. e inferiore a un decimo di mm. mentre un'altra parte è stata poi polverizzata in mortaio) e quindi il loro comportamento igroscopico dopo l'essiccamento in stufa ad acqua, e successiva esposizione all'aria ambiente hanno fornito i seguenti risultati:

1. Non esiste una sensibile differenza sul potere igroscopico delle diverse particelle naturali del terreno componenti la terra fina, anche rispetto a quella polverizzata in mortaio. Si riscontra tuttavia una minore capacità igroscopica nelle particelle inferiori a un decimo di mm. di diametro e una maggiore igroscopicità in quella polverizzata.

2. Le particelle terrose essiccate in stufa ad acqua, non perdono completamente il loro potere igroscopico, ma lo riacquistano parzialmente col tempo nella proporzione di due terzi della capacità originaria.

L'igroscopicità secondo il metodo MITSCHERLICH è molto elevata.

---

(1) VIERTHALER A., *La terra rossa del Carso paragonata con quella delle Indie*, Boll. Soc. Adriatica Sc. Nat. Vol. V. Trieste 1880.

(2) LEININGEN W., Graf zu., Beitraege zur Oberflächengeologie und Bodenkunde Istriens. Stuttgart 1910.

(3) MADDALENA L., *Studio d'un fenomeno che presenta la pietra di Aurisina adoperata per rivestimenti murari.* Atti della R. Acc. Naz. dei Lincei. Roma 1930.

(4) BLANCK E. u. ALTEN F., *Beitraege zur Kennzeichnung und Unterscheidung der Roterden.* Die landw. Vers. Stationen. Berlin 1924.

Da dati riportati da BLANCK [1] si avrebbe pei seguenti campioni: S. Canziano 17.2 %; Cigale 10.9 %; Abbazia 16.3 %; Crikvenica 15.02 %; Laurana-Medea 15.95 %.

L'acqua che può venir trattenuta dalla "terra rossa" è variabile. Su un saggio del LEININGEN essa raggiunse il 50 % in peso; ricerche dello scrivente per le "terre rosse" del Carso goriziano elevarono questa percentuale a 60-70 % e in casi singoli raggiunse anche il 96 % in peso.

La *perdita a fuoco*, è in genere molto elevata, oscillando nei campioni del Carso intorno a 15-20 %, e ciò perchè fra le sostanze che sfuggono colla calcinazione, l'acqua igroscopica e quella di costituzione rappresentano da sole spesso oltre i due terzi del totale. In questi terreni, la valutazione delle sostanze organiche per differenza dalla perdita a fuoco [sostanza organica = perdita a fuoco - (CO_2 + H_2O igr.)] conduce a errori intollerabili.

Riguardo alle proprietà d'adsorbimento della "terra rossa", vanno ricordati gli esperimenti eseguiti, con esito positivo, dal LEININGEN [2] rispetto ai composti di ferro (Fe SO_4), ai colori organici (blù di metilene) [3] e all'ammoniaca.

Quanto concerne alla composizione chimica delle "terre rosse" del Carso, nelle loro diverse forme naturali di agglomerazione, lo scrivente ha istituito qualche ricerca diretta a constatare, in via preliminare, se la diversa grandezza dei glomeruli fosse legata a una composizione chimica differente. I risultati hanno dimostrato che non esiste una differenza spiccata, ma si nota tuttavia come il contenuto in ferro e allumina solubile cresce dai granuli del diametro inferiore a un decimo di mm. a quelli di 1-2 mm. e quindi decresca piuttosto irregolarmente verso i diametri superiori.

Esperienze analoghe istituite sulle particelle inferiori a un decimo di mm., separate mediante la levigazione, denotarono una progressiva diminuzione del contenuto in ferro ed in alluminio solubile, dalla porzione colloidale a quella più grossolana. Va tuttavia ricordato che il preventivo trattamento della levigazione (ebollizione durante 1 ora) aveva necessariamente alterato lo stato naturale dei granuli. Le particelle della levigazione più grossolana rappresentavano cioè solo una specie di scheletro attorno al quale i colloidi accumulati, coll'ebollizione e collo spappolamento del terreno erano stati artificialmente strappati e tenuti in sospensione nel liquido sovrastante.

---

[1] BLANCK E., *Die Mediterran-Roterde (Terra rossa)*. Handbuch d. Bodenlehre, Vol. III, p. 231. Berlin 1930.

[2] LEININGEN W., Graf. zu. Opere citate. - 1910 e 1917.

[3] Vedi pure ricerche del DE ANGELIS D'OSSAT. (*Le terre colorate di Veroli*. Boll. Soc. Geol Ital. Vol. XXXIX. Roma 1920).

Composizione chimica delle altre " terre rosse „ d'Italia.

Poco possiamo dire sulla composizione chimica delle " terre rosse „ della penisola e delle isole italiane, perchè poco o punto studiate. Io me ne sono occupato incidentalmente, ottenendo dei risultati che credo opportuno qui riassumere, poichè, sebbene incompleti, essi hanno il vantaggio di essere eseguiti con uniformità di metodo e di criteri, onde i valori sono suscettibili di confronti.

I campioni furono prelevati sempre collo stesso procedimento e provengono tutti da substrati calcarei del Cretacico, con condizioni di vegetazione analoghe. Quindi essi furono assoggettati allo stesso metodo di essiccamento e di attacco con acidi di determinata concentrazione.

Nella seguente esposizione verranno dapprima indicate le analogie e quindi le diversità rispetto alla " terra rossa „ del Carso, presa a termine di paragone.

Tutte le " terre rosse „ studiate presentano a caratteristiche comuni: tinta rosso-mattone accesa, decalcificazione quasi completa, povertà spesso estrema di sostanza organica, acqua igroscopica elevata, ricchezza di composti ferro-alluminici.

Le differenze consistono prevalentemente in variazioni di percentuale e quindi indirettamente di rapporto fra i singoli elementi, che trovano la causa originaria nelle condizioni locali.

Per quanto riguarda le " terre rosse „ degli Euganei, non si avverte nessuna differenza con quelle dei calcari cretacici più puri del Carso. Più sentite sono invece le diversità con le " terre rosse „ del Lazio, che palesano una diminuzione della silice e un arricchimento in alluminio, donde il rapporto medio $Fe_2O_3 : Al_2O_3 = 1 : 2$ che è molto diffuso nel Carso, qui si sposta verso 1 : 3; il rapporto dei sesquiossidi solubili in acido cloridrico che nel Carso è $Fe_2O_3 : Al_2O_3 = 1 : 1 \div 1.5$ tocca qui decisamente i valori 1 : 2. In Sicilia, invece, è la silice che predomina, silice quarzosa di trasporto eolico, e che conseguentemente attenua tutte le altre percentuali; i rapporti suaccennati per i sesquiossidi si mantengono tuttavia prossimi a quelli del Lazio. Essi tendono a rimanere tali anche nel Senese, come risulta dagli studi eseguiti dal MANASSE [1] i quali pon-

---

[1] Le " terre rosse „ studiate dal MANASSE riposano su calcari magnesiaci cavernosi della Montagnola Senese e furono prelavati a Cerbaia e a S. Giusto. L'A. avvicinandosi alla teoria del prof. VINASSA, le considera " depositi di soluzioni colloidali, misti ai materiali provenienti dall'alterazione e dal disfacimento delle rocce anagenitiche scistoso-filladiche, quarzitiche ecc., che nella Montagnola accompagnano il calcare cavernoso „, oppure effetto di acque termali ferruginose.

Il residuo insolubile in HCl è di colore bianco-cinereo e contiene quarzo, silice, alluminio, magnesio e piccolissime quantità di ferro (gli alcali non furono ricercati). Una soluzione diluita di idrato potassico scioglie allumina (3 %) e silice (2 %).

Il MANASSE giunge alle seguenti conclusioni:

1) nelle due terre rosse quasi tutto il ferro (e tutto il manganese), parte dell'allumina e della silice si trovano allo stato di idrossidi colloidali;

gono poi in evidenza, in questi terreni, la particolare ricchezza in alcali (¹).

Nei dintorni di Perugia le " terre rosse „ mantengono le caratteristiche fondamentali del Carso, come risulta dalle analisi eseguite dal PRINCIPI, che qui vengono riportate e come si potrebbe intuire anche da quelle del BRICCOLI (²).

Ricerche eseguite dal D'ADDIEGO (³) sulle " terre rosse „ della Puglia lasciano intravvedere anche in questa zona caratteristiche chimiche analoghe.

Non ci fermeremo ulteriormente su questo tema; insistiamo però nell'affermare che solo uno studio sistematico dei gruppi regionali di " terra rossa „ potrà dare un valore più generale alle cifre qui esposte.

Sui residui insolubili in acido cloridrico concentrato, da me analizzati, scarsi sono il ferro (1-2 %), le basi alcalino-terrose (2-4 %) e alcaline; notevole e relativamente costante il contenuto in allumina (14-17 %); elevata la percentuale della silice (70-80 %).

---

2) la restante allumina è per la maggior parte allo stato di argilla (caolino) quindi in quella di silicati di alluminio, potassio e sodio;

3) l'eccesso di silice deve attribuirsi al quarzo;

4) l'ossido di calcio è legato al carbonato di calcio, mentre il magnesio è per lo più legato a silicati poco o punto solubili in acido cloridrico. (MANASSE E., *Sopra la genesi della Terra rossa*. Giornale di Geol. pratica. Parma e Pisa 1915).

(¹) L'elevato contenuto in alcali in alcune terre rosse dell'Italia meridionale è posto pure in evidenza dal GALDIERI; spesso essi possono raggiungere il 3 %.

(²) BRICCOLI M., *Classificazione ecologica dei terreni agrari*. Piacenza 1930. - *NB*. Sotto il rispetto pedologico questo studio va interpretato colle dovute cautele.

(³) D'ADDIEGO G., *Preliminari analitici per uno studio sui terreni della provincia di Bari*. Le Staz. Sper. Agr. ital. Modena 1900. Vol. XXXIII.

Analisi di alcuni campioni di "terra rossa„ del Carso.

	S. Canziano (Blanck E.) (1)	Cigale (Blanck E.) (1)	Crikvenica (Fiume) (Blanck E.) (2)		Laurana-Medea (Abbazia) (Blanck E.) (2)		S. Domenico di Visinada (Parenzo) (Edlmann L.) (3)				S. Martino d. C. (Comel A.) (4)		Tomasevizza (Comel A.) (4)	Castelvolciano (Comel A.) (4)
							suolo superfic.		a 75 cm. di prof.		A	B		
			Totale	Sol. in HCl	Totale	Sol. in HCl	Totale	Sol. in HCl	Totale	Sol. in HCl	Sol. in HCl	Sol. in HCl.	Sol. in HCl	Sol. in HCl
Res. insol.				67.10		69.79					59.09	60.58	53.93	55.10
SiO_2	47.10	55.99	50.38	{ 0.27 1.68 (5)	50.29	{ 0.26 1.86 (5)	52.78	0.20	44.49	0.20	0.16	0.24	0.18	0.15
TiO_2			0.21	0.01	0.21	0.01	} 18.47 (6)	} 10.10	} 24.38 (6)	} 16.38				
Al_2O_3	21.83	18.20	19.52	7.37	20.06	5.48					9.05	10.40	6.16	11.12
Fe_2O_3	12.93	10.37	9.02	7.09	9.82	7.53	8.14	7.25	10.56	9.20	8.25	9.84	6.40	10.20
CaO	0.37	1.75	1.49	1.25	1.15	0.97	1.91	0.75	2.21	1.07	1.40	1.30	4.50	0.92
MgO	1.53	2.12	1.37	0.81	1.00	0.45	0.86	0.33	0.45	0.41	0.45	0.63	0.47	0.53
K_2O	0.80	1.73	1.59	0.20	1.62	0.17	1.21	0.28	1.95	0.55				
Na_2O	0.91	1.51	0.66	0.19	0.66	0.15								
SO_3			tr.	tr.	tr.	tr.								
P_2O_5		0.97	0.10	0.10	0.08	0.08		0.10		0.05				
CO_2			0.27	0.27	0.21	0.21	0.13		0.07		(0.43)	(0.23)	(2.75)	(0.20)
S. org.			1.74		0.95						(*) (2.98)	(*) (1.06)	(*) (3.98)	(*) (2.74)
H_2O idr.			7.68	} 13.90	8.04	} 13.78								
Umidità			6.22		5.74						(6.02)	(6.79)	(4.79)	(4.34)
Per. a fuoco	15.93	6.89					16.30		15.56		21.39	16.95	28.10	21.44
N.			0.12		0.07		0.21		0.09					

(1) Blanck's., Handbuch d. Bodenlehre. Vol. III, pag. 235. Berlin 1930.
(2) Blanck E. u. Musierowicz A., *Nochmals zur Kenntnis der Roterde der Mittelmeerlaender.* "Chemie der Erde„ Jena 1931.
(3) Edlmann E., *La terra rossa forestale di Parenzo.* Ann. R. Ist. sup. for. naz. Firenze 1922.
(4) Comel A., *Sulle terre rosse del Carso goriziano.* "Studi goriziani„ Vol. Vol. VIII. Gorizia 1930.
(5) Solubile in alcali.
(6) + P_2O_5.
(*) Carbonio org.

Analisi di "terra rossa„ dell'Italia centrale.

	Cinto Euganeo (COMEL) [1]		Montagnola Senese (MANASSE) [2]		Dintorni di Perugia (PRINCIPI) [3]			Trivigliano - Lazio (COMEL) [4]	
	Totale	Solub. in HCl	Cerbaia	S. Giusto	1°	2°	3°	Totale	Solub. in HCl
Res. insol. in HCl .		52.40							47.80
SiO_2	42.02	0.11	44.56	46.52	45.87	47.64	43.96	36.68	0.20
Al_2O_3	20.08	12.23	26.28	23.68	23.26	27.08	26.36	23.05	15.54
Fe_2O_3	9.67	8.97	11.16	9.28	13.24	13.16	12.87	7.65	7.04
CaO	1.86	1.40	0.39	1.31	1.05	0.01	0.06	2.70	1.90
MgO	1.48	0.94	1.82	3.79	1.34	tracce	0.08	1.44	0.88
K_2O			3.27	3.61	2.08	1.27	1.39		
Na_2O			0.50	0.26	0.14	0.16	0.21		
SO_3			tracce	tracce	0.03	tracce	0.02		
P_2O_5			tracce	tracce	tracce	tracce	0.01		
H_2O igr.	9.73				9.47	7.98	9.83	9.44	
CO_2	0.57		11.66	10.77				0.48	
Perdita a fuoco (detr CO_2 e H_2O igr.) .	12.50				3.22	2.04	4.78	15.04	
C. org.	1.46							2.70	

[1] COMEL A., *Sulle terre rosse dei Colli Euganei.* Boll. Soc. Geol. Ital. Vol. L. Roma 1931. - (Italia Settentr.)
[2] MANASSE E., *Sopra la genesi della Terra rossa.* Giorn. Geol. pratica. Parma e Pisa 1915.
[3] PRINCIPI P., *I terreni agrari nei dintorni di Perugia.* Le Staz. Sper. Agr. It. Vol. LIII. Modena 1920.
[4] COMEL A., *Su due terre rosse e una nera del Lazio.* Bol. Soc. Geol. Ital. Vol. XLIX Roma 1930.

Analisi di "terra rossa„ dell'Italia meridionale.

	Turi - Bari (D'Addiego) [1]	Martina - Bari (D'Addiego) [1]	Locorotondo Bari (D'Addiego) [1]	"Fossa di Gallo„ - Sicilia (Comel) [2]		M. Pellegrino - Sicilia (Comel) [2]	
	Solub. in HCl al 10 %	Solub. in HCl al 10 %	Solub. in HCl al 10 %	Totale	Solub. in HCl	Totale	Solub. in HCl
Res. ins. HCl	71.45	59.14	60.19		67.26		72.96
SiO_2				57.89	0.16	64.99	0.36
Al_2O_3	12.33	18.21	18.85	19.24	11.68	16.10	9.68
Fe_2O_3				6.92	6.32	6.18	5.60
CaO	0.73	1.32	0.73	1.48	1.22	0.64	0.38
MgO	0.53	0.87	1.05	0.76	0.52	0.57	0.36
K_2O	0.10	0.20	0.13				
Na_2O							
P_2O_5	0.17	0.21	0.10				
H_2O igr.	5.85	7.36	6.87	5.38		4.10	
CO_2				0.22		0.00	
Perdita a fuoco (detratta CO_2 e H_2O igr.)	6.25	8.71	8.40	6.68		5.78	
C. org.				0.36		0.22	

(1) D'Addiego G., *Preliminari analitici per uno studio sui terreni della provincia di Bari.* Le Staz. Sper. It. Modena 1900.
(2) Comel A., *Osservazioni sui terreni della Sicilia con speciale riferimento alla terra rossa.* Boll. Soc. Geol. Ital. Vol. L. Roma 1931.

Reazione della "terra rossa".

Lo studio della reazione della "terra rossa" è ancora incompleto. Manca cioè la ricerca sistematica sui gruppi regionali e sui singoli orizzonti del profilo. Teoricamente la reazione dovrebbe essere di carattere neutro-alcalino, perchè in ambiente acido si verificherebbe tosto una degenerazione verso altri tipi pedologici.

Effettivamente la maggior parte dei saggi acidimetrici eseguiti su "terre rosse" ha rivelato reazioni neutro-alcaline. E' tuttavia da chiedersi se questi valori rispecchino sempre un carattere originario del terreno o non vadano piuttosto riferiti a cause accidentali. Nella maggior parte delle "terre rosse" del Carso goriziano-triestino il grado neutro o leggermente alcalino che le contraddistingue non è infatti che un carattere acquisito attraverso una serie di processi di rimaneggiamento del suolo e di incorporamento con materiali calcarei; tant'è vero che su terreni rimasti in posto per lungo tempo e fuori della possibilità d'apporto di elementi calcarei, la reazione si volge verso gradi distintamente acidi (PH 5.5) (1).

La reazione neutro-alcalina diviene probabilmente una naturale manifestazione del terreno, nell'Istria meridionale dove durante i mesi estivi caldi e aridi, si ha un periodico richiamo in superficie delle acque più profonde del terreno normalmente ricche di soluzioni carbonate. La stessa cosa dovrebbe verificarsi pure in molte contrade dell'Italia centrale e meridionale.

Di carattere neutro-alcalino sono risultati pure i campioni di "terra rossa" prelevati dallo scrivente nel Lazio ed in Sicilia. La reazione si intende eseguita sul campione secco all'aria con acqua distillata (e decarbonicata) e con prolungato contatto. Sotto questo riguardo va insistito che essa venga sempre determinata con quelle precauzioni e norme dettate dalla convenzione internazionale (acqua decarbonicata, durata di contatto ecc.), perchè solo seguendo sempre uno stesso trattamento si otterranno dati suscettibili di confronto.

V. - Colore della "terra rossa".

Evidentemente nei casi più tipici il colore è rosso mattone. Numerose cause accessorie fanno però subire alla tinta moltissime variazioni di tono e di vivacità, quali p. e. la potenza e l'orizzonte dello strato terroso, il substrato sul quale riposa la "terra rossa", l'illuminazione, lo stato di freschezza, la località e la stagione in cui viene compiuta l'osservazione.

L'orizzonte superficiale del terreno mantiene nella maggior parte dei

---

(1) Alla reazione acida delle tipiche "terre rosse" del Carso accenna pure Leiningen. Reazione che non si presenta quando le "terre rosse" contengono ancora frammenti calcarei (Leiningen op. cit. 1917).

casi una tinta più oscura per maggior copia di *humus* fornita dalla vegetazione; quello più profondo invece spicca quasi sempre per un tono che oscilla fra il rosso-cinabro ed il carmino. Sui calcari puri, il colore è generalmente rosso; tendente al giallastro invece sulle dolomie. Più vivaci riescono le tinte osservate, col sole alle spalle, verso le 10 del mattino, che non sul mezzogiorno o alla sera; più intenso e brillante risulta poi il colore del terreno, in pieno campo, d'estate, con medio grado di umidità; mentre in laboratorio, oppure d'inverno, o con eccessiva secchezza, la tinta diviene più opaca, volgendo al giallastro o al bruniccio. Le cause di queste variazioni, non sono ancora completamente chiarite: certamente, facendo astrazione dei casi più evidenti dovuti a fenomeni ottici o alla presenza di altre sostanze, il colore è dovuto in gran parte al grado di idratazione e di dispersione, nonchè a fenomeni particolari di reazioni chimiche dei composti del ferro. Al riguardo giova ricordare gli esperimenti eseguiti dal BLANCK (1), i quali hanno constatato che l'ossidrato di ferro sul calcare precipita con una tinta rossa, sulla dolomia invece con una giallo-rossastra, e quindi sulla magnesite, in giallo. Parimenti interessanti risultano le esperienze del REIFENBERG, che dimostrò come *soli* silicoferrici abbiano una colorazione rosso-mattone a differenza di quelli silicoferrosi che si presentano in verde scuro (2), mentre le forme ferriche da essi derivate per ossidazione diventano gialle.

Anche il REIFENBERG ritiene che il colore del terreno sia probabilmente legato al grado di idratazione, il quale sarebbe più elevato nelle *terre brune* dell'Europa Centrale che non nelle *terre gialle* e a lor volta in queste nei confronti delle *terre rosse* che si formano in climi ancora più aridi. Appoggia questo modo di vedere la constatazione fatta dallo scrivente che, a parità di substrato e in genere di condizioni vegetative, la differenza altimetrica e quindi il passaggio a zone più fredde e umide fa degenerare la " terra rossa „ verso tipi giallastri e brunicci (3).

Va infine ricordata la particolare intensità cromatica legata ai composti del ferro e la tendenza delle sue forme colloidali a esplicare un'azione di rivestimento sui granuli minerali, sì da impartire loro una colorazione rossa. Specialmente nel caso di terreni sabbiosi, bastano piccole percentuali di ferro per dare all'insieme una bella e vivace tinta rossa. L'intensità della colorazione d'un terreno non è dunque necessariamente accompagnata da particolare ricchezza di ferro.

---

(1) BLANCK E. u. ALTEN., *Beiträge zur Kennzeichnung und Unterscheidung der Roterden*, De landw. Versuch Stationen. Berlin 1924.

(2) REIFENBERG A., *Die Entstehung der Mediterran - Roterde.* Dresden 1929.

(3) COMEL A., *Le terre nere dell'Altipiano di Tarnova*, " Studi goriziani „ Vol. IX. Gorizia 1933.

VI. - L'età della "terra rossa„.

Fissare l'età della " terra rossa „ è cosa molto difficile, sia perchè in pedologia non esiste una scala cronologica come in scienze affini (geologia), sia perchè mentre alcuni terreni possono maturare nel corso di decenni, altri invece richiedono dei secoli e quindi terreni giovani rispetto al loro ciclo di sviluppo possono esser vecchi se paragonati con altri.

Nessuna meraviglia dunque se sull'età della " terra rossa „ le idee dei vari studiosi siano ancora discordi. Si può tuttavia constatare come tra il concetto individuale dell'origine della " terra rossa „ e quello della sua presunta età esiste spesso stretta correlazione. E' naturale dunque che chi vede nella " terra rossa „ un prodotto della soluzione dei calcari, la debba ritenere molto antica potendo essa risalire ai tempi del definitivo affioramento e assesto dei substrati litologici recanti " terra rossa „, tempi cioè che per la regione del Carso risalgono al neo-terziario. Tali infatti sono le opinioni del NEUMAYR (1875), del MOJSISOVICS (1880), del LEININGEN (1910), del GLINKA (1914), del CUMIN (1927) ecc. ecc.

Anche ammessa la possibilità materiale di questa antichità, resta tuttavia a chiedersi, essendo il processo della sua formazione un fenomeno continuo, quanta parte di questa antica " terra rossa „ è ancora presente nell'attuale terreno. Non si deve dimenticare infatti il costante logoramento che subisce il terreno attraverso il tempo. Il deflusso delle acque piovane e il vento asportano incessantemente dalle regioni carsiche "terra rossa „ ; riesce pertanto giustificata la supposizione che quanto più lontana nel tempo risale l'azione distruttiva del terreno tanto maggiore diviene la probabilità che della terra formatasi in quei lontani tempi poca possa essersi conservata fino ai nostri giorni. Ad ogni modo *due cose vanno tenute ben distinte e cioè l'età del materiale che costituisce la " terra rossa „ e l'età di quest'ultima quale tipo pedologico.* Mentre il primo può essere antico, la seconda invece può essere molto più recente. Nulla ci autorizza infatti a ritenere che nelle regioni attuali a " terra rossa „, questa si sia mantenuta sempre tale ; esistono anzi buoni fondamenti per credere che, almeno nelle regioni del Carso, essa rappresenta piuttosto l'ultima manifestazione pedologica d'un materiale che ha subìto attraverso il tempo e a causa dei cambiamenti climatici molteplici trasformazioni pedologiche. Ciò è tanto più verosimile se si considerano gli effetti delle invasioni glaciali e i periodi durante i quali i ghiacci sono scesi fino in prossimità del Carso determinando in questa regione condizioni ben poco propizie allo sviluppo del tipo pedologico " terra rossa „.

Ora è importante vedere se esistono prove dell'origine antica di una parte almeno del materiale costituente la " terra rossa „ del Carso.

Nella parte centrale del Carso goriziano, costituita da calcari con arnioni selciosi del Cretaceo inferiore io ho notato l'esistenza nello stesso campione di " terra rossa „ di frammenti selciosi di fresco aspetto con

altri ormai completamente alterati, spugnosi, opachi, bucherellati, friabili. Ora è noto che nella vicinissima pianura friulana, costituita in prevalenza da alluvioni calcaree, la selce spugnosa compare normalmente appena nei prodotti d'alterazione spettanti al Diluviale medio e più ancora in quelli del Diluviale antico, mentre i ferretti del Diluviale recente conservano pressochè intatta la massima parte della loro selce (proveniente pure dagli arnioni selciosi degli orizzonti del Cretaceo inferiore e del Giurese della regione montuosa) [1]. Sul Carso centrale goriziano si nota così la coesistenza di elementi giovani con altri molto più antichi, ciò che indirettamente denota pure come il materiale costituente la " terra rossa " di questa regione ha pure subìto nel tempo un energico rimaneggiamento. Altre documentazioni si possono rintracciare nel materiale fossile incluso nella " terra rossa ". Sebbene giustamente si osservi che non sempre i fossili sono contemporanei della " terra rossa " inglobante, tuttavia le ossa che io raccolsi in una tasca del calcare presso le " Cave Romane " di Pola, formano colla " terra rossa " inglobante una massa così compatta e ricementata da infiltrazioni calcaree, da doversi necessariamente ritenere molto vecchia.

Le ossa fossili studiate dal dott. F. ANELLI dell'Istituto Italiano di Speleologia di Postumia, come risulta da una sua gentile comunicazione, spetterebbero al *Felis leo spelaea* GOLDFUSS, appartenente a una fauna di clima caldo che avrebbe vissuto nella regione del Carso già in tempi prewürmiani.

Credo perciò ammissibile un'età antica pel materiale che costituisce la " terra rossa " e la sua coesistenza con quantità spesso notevolissima di altro materiale più recente che può formarsi anche ai nostri giorni.

La " terra rossa " considerata come tipo pedologico ha invece una età varia, che è in stretta correlazione coll'ultimo mutamento del clima nella regione della sua attuale diffusione. Su ciò sarà detto di più in seguito. Ad ogni modo la " terra rossa " deve considerarsi sempre un terreno normale appartenente alla *pedosfera* e non un *terreno fossile* o della *litosfera*, come ha dichiarato qualche Autore.

E' necessario por bene in chiaro ciò che si deve intendere sotto quest'ultimo concetto. Solo un terreno che si è sviluppato in tempi antichi, per lo più sotto un clima diverso dall'attuale e che poi fu sottratto ad ulteriori evoluzioni pedogenetiche, può dirsi realmente *fossile* [2]. Tipico

---

[1] COMEL A., *Osservazioni sui ferretti wurmiani e rissiani dell'Alta pianura centrale friulana*. Ann. Staz. Chimico-Agr. Sper. di Udine, Udine 1928.

[2] Il concetto di *terreno fossile* si stacca nettamente dall'altro di *terreno sepolto*, il quale ultimo indica un terreno normale che viene ricoperto per cause accidentali (frane, alluvioni, ecc) in modo da non affiorare più in superficie. Sepolta p. e. dovrebbe essere la " terra rossa " osservata dal GALDIERI nella Campania ove a un centinaio di Km. dalla regione flegrea, si trovano nella stessa giacitura, l'uno sopra l'altro, in perfetta concordanza: la terra rossa, una terra rossa mescolata ad abbondanti detriti vulcanici di evidente origine eolica, e dei tufi vulcanici di provenienza indiscutibilmente eolica (GALDIERI A., *L'origine della terra rossa*. Portici 1913).

esempio ne è la *bauxite*, che può definirsi esattamente " terra rossa „ fossile, e così pure il *bolo* [1] oppure i ferretti del Diluviale medio sepolti sotto la coltre ghiaiosa wurmiana presenti nella pianura friulana (Natisone), a differenza di quelli coevi che costituiscono il cappello d'alterazione dei terrazzi attualmente emergenti dalla pianura. Finchè un terreno è in via d'evoluzione, e cioè soggetto all'azione degli agenti esterni, potrà dirsi antico ma non fossile [2].

VII. - Il profilo della "terra rossa„.

Lo studio del profilo del terreno è stato da noi molto trascurato, perchè in Italia i cosidetti terreni locali *(Ortsböden)*, che risentono ancora l'influenza delle rocce madri, hanno effettivamente un forte sopravvento su quelli climatici. Scarsi sono così i veri profili pedogenetici, sia per la facilità colla quale vengono distrutti dal dilavamento meteorico nelle regioni montuose e collinari, sia per la difficoltà con cui riescono a svilupparsi nelle regioni di pianura, in parte per la giovane età delle alluvioni e in parte per la resistenza offerta dal substrato agli agenti dell'alterazione. Il profilo della " terra rossa „ ha interessato molto i pedologi, ma le loro idee al riguardo non sono sempre concordi, forse a causa deldelle ricerche troppo sommarie fatte in riguardo. V'è poi chi addirittura nega che la " terra rossa „ possieda un vero profilo. Il LEININGEN afferma infatti che la " terra rossa „ presenta solamente uno strato superiore bruno o nerastro, che passa gradatamente a uno strato sottostante più intensamente colorato in rosso. Questa specie di profilo si sarebbe formato appena in un secondo tempo per l'influenza della vegetazione che venne a insediarsi su di un materiale primitivo paragonabile a un löss di recente deposizione. Lo HARRASSOWITZ [3], ancora nel 1926, esprimeva l'incertezza se l'orizzonte umifero soprastante costituisca un'eccezione oppure la regola. Al che oggi, per l'Italia, si può dire che la questione è molto complessa e suscettibile di esser variamente risolta secondo il modo di valutare le leggi climatiche, l'influenza antropica e quindi i problemi connessi con la maturità del profilo. Considerando però la " terra rossa „ attuale, possiamo affermare che nell'Italia settentrionale e centrale la pre-

---

[1] Il *bolo* è una terra rossa miocenica o premiocenica che giace intercalata nei calcari dell'Italia meridionale. (Cfr. GALDIERI A., *Sul bolo di Terra d'Otranto*, Annali R. Scuola Sup. d'Agric., Portici 1913). Con tutta probabilità si tratta di bauxite.

[2] Giova forse ricordare come pure il GALDIERI (*L'origine della terra rossa*), discutendo le teorie dello STACHE e del KRAMER, rilevi di aver trovato in Terra d'Otranto terre rosse mioceniche o premioceniche che egli però ben si guarda di specificare come *fossili*. Anche per questo Autore dunque il concetto di *terreno fossile* ha un significato particolare ben diverso da quello di semplice antichità.

[3] HARRASSOWITZ A., *Studien über mittel-und sudeuropaeische Verwitterung*. Berlin 1926.

senza di un orizzonte umifero è la regola, mentre ciò è ancora dubbio per gran parte dell'Italia meridionale.

Altre preoccupazioni ha fornito la questione se la " terra rossa „ rappresenti un terreno normale, o sia invece da considerarsi quale orizzonte B, illuviale, di più vecchie formazioni. Sostengono quest'ultima idea lo HARRASSOWITZ, lo STREMME, il BLANCK, il GORJANOWIC-KRAMBERGER ecc. e di essi alcuni (STREMME, GORJANOWIC) la vorrebbero derivata da antiche formazioni forestali su substrati calcarei, altri invece (BLANCK) vedono in essa una più semplice espressione d'un meccanismo fisico-chimico. Come sarà detto in seguito tutte queste idee trovano riscontro in natura, ma nessuna di esse ha valore generale perchè il clima dell'Italia è troppo diverso nelle sue singole regioni affinchè un solo processo presieda allo sviluppo del profilo della " terra rossa „.

Prima di scendere con qualche particolare, avverto che qui si vuole attribuire al concetto di *profilo* il senso più generico estendendolo cioè anche a quei terreni non rigorosamente autoctoni o interamente immuni dalle influenze antropiche, ma che tuttavia possiedono degli orizzonti quale espressione d'un equilibrio duraturo fra i naturali fattori pedogenetici. Il profilo più comune della " terra rossa „ che si nota sul Carso goriziano è costituito da due orizzonti: uno superiore umifero, di colore rosso-bruno, e l'altro inferiore rosso-mattone. Il loro spessore varia in rapporto colla profondità del terreno, con lo sviluppo del rivestimento vegetale e con cause accidentali. Nei tipi medi, lo strato terroso che riposa sulla roccia calcarea può valutarsi a 50 cm.; di questi, i primi 10 o 20 cm. spettano all'orizzonte umifero. Quando alla vegetazione erbosa e di arbusti si sostituisce il bosco di pini, il profilo diviene più complesso. Lo strato umifero si può suddividere allora in tre orizzonti secondari:

1) strato organico costituito dagli aghi delle conifere (5-10 cm.);
2) orizzonte fortemente umifero (10 cm.);
3) orizzonte debolmente umifero bruno, che fa passaggio all'orizzonte rosso sottostante (10 cm.).

Il profilo più sopra descritto è comune non solo alla regione del Carso goriziano, ma anche a molte altre località del Friuli e del Veneto e si ritrova anche nella penisola italica, avendolo riscontrato nel Lazio sui calcari cretacici della valle dell'Aniene. Il GALDIERI dice di aver osservato a Vietri, a Capri, presso Lecce e alle porte di Aquila, " terra rossa „ sormontata da *terra bruna*. La stessa osservazione sarebbe stata fatta dal D'ERASMO in Terra di Bari. Nella Sicilia invece, le " terre rosse „ che riposano sui calcari cretacici del M. Pellegrino, mi sono apparse prive dell'orizzonte bruno superficiale; il profilo possiede un colore rosso uniforme, forse con un leggero impallidimento nella zona superficiale rispetto a quella profonda, che offre per di più una maggior compattezza. Qualora si ha un arricchimento di *humus*, questo sembra distribuirsi uniformemente su tutto lo spessore del terreno. Questo secondo tipo di profilo caratteristico di climi a tendenza subarida, si estende molto probabilmente

anche a altre zone dell'Italia meridionale con climi analoghi. Ma purtroppo finora mancano studi che lo confermino.

Particolare importanza per lo studio del profilo di queste regioni riveste l'osservazione del GALDIERI, il quale, accennando alla presenza di concrezioni ferrifere nelle " terre rosse „ dell'Italia meridionale, nota come queste nel fondo denominato *I Pazzi*, presso Specchia in Terra d'Otranto, siano cementate fra loro da altro sesquiossido di ferro idrato, e come a Monte Vergine, presso Otranto, nella parte superiore, si noti " una crosta ferrifera d'aspetto scoriaceo come nelle lateriti tipiche, risultante dalla confluenza di depositi concrezionali per migrazione del ferro verso l'alto della massa della terra rossa stessa „ [1]. Questo fenomeno è tanto più importante se lo si collega con l'altra osservazione dello stesso GALDIERI in una cava sulla sinistra della via Lecce-Lequile, dove, al di sotto della terra gialla sottostante alla rossa, ve n'era dell'altra bianca, contenente appena tracce di ferro, che il GALDIERI ritiene essersi sviluppata da una unica massa di " terra rossa „ originaria. Lo stesso Autore ricorda poi che nelle " terre rosse „ della Terra d'Otranto si notano spesso deposizioni di calcare per l'azione di acque ascendenti, aspirate in alto per effetto dell'intensa evaporazione estiva, analoghe alla famosa crosta del Tavoliere di Puglia. Rispetto all'età di questa formazione, è interessante rilevare come il GALDIERI affermi che essa sia recentissima come provato dai materiali che essa ricetta e dal fatto che dove è stata asportata dopo anni si è riprodotta. Su questi fenomeni importantissimi per lo studio del profilo e in genere per la questione climatica della " terra rossa „ è bene fermare l'attenzione e ristudiarli con i lumi dei nuovi progressi della pedologia.

I rapporti fra lo strato terroso e il substrato roccioso sono quasi ovunque discordanti. La " terra rossa „ subisce un lento ma continuo rimaneggiamento per l'azione degli agenti meteorici in modo che solo raramente il terreno proviene dalla roccia sulla quale presentemente riposa [2]. Tuttavia in certe regioni pianeggianti dell'Istria - Carso di Pola - lo scrivente ha potuto osservare una relativa fissità nel profilo; in questo caso fra gli strati più superficiali del terreno e il substrato roccioso si notava un progressivo aumento di detriti rocciosi, dando un'apparenza di continuità nel processo di soluzione e di disgregazione della roccia.

---

[1] Questo processo pedogenetico non va confuso colla laterizzazione dei terreni dell'Italia meridionale sostenuta dall'ULPIANI con criteri discutibili (Cfr. pure, in merito, la recensione del GORTANI a pag. 56 del Giornale di Geologia pratica del 1913 Fasc. I.).

[2] Su questo spostamento richiamano pure l'attenzione il LEININGEN, TUCAN, GRACANIN, GALDIERI, ecc.

Evoluzione del profilo.

Come previsto dalla teoria, l'evoluzione e lo sviluppo del profilo avviene in due modi e cioè, o direttamente in posto sulla frazione minerale che man mano viene liberata dalla soluzione dei calcari - e abbandonata dal trasporto eolico - oppure su di un materiale d'alterazione preesistente, che si trova temporaneamente fisso in una data località.

Il primo modo rappresenta la vera generazione del profilo, il secondo invece costituisce piuttosto una rigenerazione del profilo, in quanto si tratta di ricostruire un profilo che già esisteva e che venne in seguito distrutto da cause fisiche accidentali. Quello si genera sulle superfici calcaree piane con materiale terroso autoctono, questo invece predomina nelle regioni a superficie accidentata, dove cioè il rimaneggiamento del terreno è pressochè continuo, per effetto del dilavamento meccanico esplicato dagli agenti meteorici.

Lo stadio iniziale di sviluppo della " terra rossa „ trova espressione corrispondente in quelle località nelle quali il substrato roccioso affiora quasi alla superficie od è ricoperto tutt'al più da uno spessore di terreno (autoctono) inferiore a 10 cm.

In tutte le regioni nelle quali ho potuto estendere le mie ricerche e cioè sul Carso, sugli Euganei, nel Lazio e in Sicilia, il colore di questo terreno della fase iniziale è nero; notevole poi in esso la presenza di frammenti rocciosi e la reazione alcalina.

Considerato il debole spessore dello strato terroso e le sue caratteristiche fisico-chimiche, la vicinanza immediata del substrato roccioso fessurato e quindi permeabilissimo e le condizioni generali climatiche dell'ambiente, lo stadio iniziale del profilo di una " terra rossa „ è così dato da una terra nera a *humus* saturo, che trae origine da un'accumulazione di sostanze organiche dovuta a un rallentamento dei processi distruttivi per l'azione deprimente esplicata sui microorganismi del suolo dalla siccità e spesso dalla concentrazione delle soluzioni saline [1]. In un secondo tempo, coll'aumentare dello spessore del terreno, viene favorita la ritenzione dell'umidità; l'*humus* comincia a decomporsi, la tinta nera diviene bruno-rossastra e in certi casi anche rossa. Il contributo annuale di sostanza organica al terreno, viene rapidamente combusto e la " terra rossa „ si mantiene tale nel tempo. Nei climi caldi e aridi di una parte dell'Italia meridionale, le soluzioni circolanti richiamate dall'intensa evaporazione superficiale, trasportano dagli strati più profondi del terreno basi e sesquiossidi, rideposítandoli sotto forma di concrezioni o di crostoni, dando così origine a un orizzonte eluviale (A) in profondità e ad uno illuviale (B) in superficie. Nei climi molto umidi, invece, come quelli del Carso gori-

---

[1] Comel A. - *L'evoluzione pedogenetica nell'alta pianura friulana.* Boll. Soc. Geologica Ital. Vol. XLIX, Fasc. 2. - Roma 1930.

— *La " terra rossa „ del Carso è un vero terreno climatico?* Boll. Soc. Internazionale Scienza del Suolo. " Soil Research „. Vol. II. 1931.

ziano-triestino e di gran parte dell'Italia settentrionale e centrale, l'*humus* non più saturato dalle basi, diviene mobile, esplicando un'azione protettiva sui colloidi ferro-alluminici che migrano più in basso; appena il mezzo si fa sufficientemente ricco di basi per determinare la coagulazione e la risaturazione dei colloidi, questi riprecipitano; l'*humus* si decompone in gran parte, ponendo maggiormente in risalto il rosso degli idrati di ferro. Questo processo qualora il terreno fosse sempre rigorosamente autoctono, potrebbe determinare col tempo, in molte località, anche la formazione di Podsols, che però finora sembrano mancare nelle regioni della " terra rossa " e che segnerebbero del resto immediatamente la fine di quest'ultimo tipo pedologico.

Nella rigenerazione del profilo il meccanismo pedogenetico è analogo a quello ora descritto. In un primo tempo nella massa eterogenea derivata dal rimaneggiamento dei vari orizzonti di più vecchi profili, si determina un nuovo equilibrio, che si potrebbe dire di *massa* (eventuale scomposizione delle sostanze organiche in profondità e arricchimento negli strati superficiali); secondariamente si ha la elaborazione effettiva del profilo del terreno secondo il tipo climatico della regione.

Assai spesso però accade che quest'ultimo non sia quasi mai raggiunto, perchè nelle zone accidentate la " terra rossa " va soggetta a un continuo spostamento, sia pure lento, in modo che il rimaneggiamento costante del suolo mantiene nel tempo uno stadio di evoluzione genetica che dovrebbe essere solo transitorio. Gran parte dei profili delle " terre rosse " sono dunque solamente profili immaturi.

Nella genesi del profilo, un fenomeno ha particolarmente interessato gli studiosi: la prima solubilizzazione del ferro dalla roccia calcarea e il suo successivo spostamento nel terreno in presenza di percentuali variabili di carbonati, che evidentemente dovrebbero precipitare e immobilizzare i sesquiossidi. Le ricerche che ancora continuano, hanno portato alla conoscenza dell'azione protettiva esplicata sul ferro da altre sostanze colloidali che, entro certi limiti, ne permetterebbero gli spostamenti. Sono questi i colloidi dell'*humus* acido, della silice (1) e del manganese (2). L'azione protettiva esplicata dall'*humus* acido è nota da lungo tempo, ma evidentemente la sua importanza è limitata a quelle regioni dov'è possibile una certa accumulazione di sostanze organiche nel terreno e dove l'umidità dell'ambiente è tale da mantenerlo, almeno temporaneamente o parzialmente, nello stato insaturo, perchè colla sua saturazione va perduta anche l'azione di protezione; prevarrà quindi nei climi dell'Italia settentrionale e centrale. Nelle " terre rosse " più tipiche però, dove cioè la sostanza organica è ridotta a valori trascurabili, l'influenza dell'*humus* sugli spostamenti dei sesquiossidi nel terreno è limitatissima ed è superata negli effetti dalla silice colloidale. Il manganese potrà essere consi-

---

(1) Reifenberg A. - *Die Enstehung der Mediterran-Roterde.* - Leipzig 1929.

(2) Udluff Th., *Zur Entstehung der Eisen-und Manganerze des Oberen Zechsteins im Spessart und Odenwald.* Frankfurt a. M. 1924.

derato solo nei casi in cui entri nella " terra rossa " in percentuali apprezzabili.

L'azione di protezione esplicata dai colloidi si collega strettamente a un cambiamento di carica elettrica dei colloidi ferrici e alluminici, che sono normalmente positivi per l'azione degli elettroliti. Sotto questo riguardo va anzi notata la maggior sensibilità dei colloidi ferrici rispetto a quelli dell'alluminio; essi subiscono più facilmente un cambiamento di carica nel senso negativo e presentano così nel terreno una maggiore instabilità. Non è quindi improbabile che in questo fenomeno possa venir ricercata la causa del rapporto (più largo) che esiste fra il ferro e l'alluminio solubile in acido cloridrico nelle " terre rosse " dei climi molto umidi.

I colloidi ferro alluminici protetti dalla silice, giunti in un mezzo notevolmente alcalino, precipitano spesso separatamente dalla massa principale della silice, che si dimostra più resistente, formando rivestimenti sulle particelle del terreno (REIFENBERG).

Un altro fenomeno degno di menzione per la sua importanza nei confronti delle sostanze organiche contenute nella " terra rossa ", è l'azione ossidante catalitica esplicata dal ferro ([1]). Quest'azione, studiata dall'ASSARSSON, riportata dallo SVEN ODEN e dal DE CAMARGO ([2]), risiederebbe nell'elevata ossidabilità dei compositi umici del ferro per la facilità colla quale da un lato gli ioni ferrosi si trasformano in ferrici e d'altro lato questi, a spese dell'energia somministrata dall'*humus* e alla temperatura di 50°-60°, si riducono in ferrosi; in questo processo emerge chiaramente l'azione catalitica del ferro quale portatore di ossigeno utilizzato nella combustione della sostanza organica ([3]).

Il profilo della " terra rossa " in Italia presenta dunque due aspetti diversi. Nei climi molto umidi, e quindi nelle " terre rosse " aclimatiche, si ha una tendenza alla lisciviazione dagli orizzonti superficiali delle basi alcaline, alcalino-terrose e dei sesquiossidi con la formazione in profondità di un orizzonte illuviale B. Lo spostamento del ferro avviene qui prevalentemente per l'azione protettiva esplicata dall'*humus* acido.

Nei climi caldi e asciutti, invece, si ha tendenza alla formazione di un orizzonte d'arricchimento B in superficie, pel richiamo delle soluzioni circolanti provocato dall'intensa evaporazione. In queste regioni lo spostamento dei sesquiossidi è favorito prevalentemente dalla silice colloidale, sia perchè l'*humus* è quasi tutto scomparso, sia perchè il suo grado di saturazione dovrebbe essere pressochè completo.

([1]) EDLMANN accenna anche al manganese. - Cfr. op. cit. p. 5.

([2]) DE CAMARGO TH. e CORREA DE MELLO P., - *Vergleichsstudium über den Saturationszustand u. die austauschbare Basen*, ecc. Die landw. Versuch-St. - Berlin 1928.

([3]) Su questi fenomeni sono state istituite recentemente delle esperienze, i cui risultati furono esposti dallo STADNIKOFF (Neuere Torfchemie. - Dresden 1930).

VIII. - Problemi climatici relativi alla “ terra rossa „ italiana.

La diffusione della “ terra rossa „ nella penisola italica, notoriamente con climi diversissimi, ci pone un primo quesito: E' essa dovunque un terreno climatico, oppure invece la sua comparsa è legata a fenomeni accidentali o rispecchianti in genere un ambiente modificato per varie cause, prima fra le quali l'azione dell'uomo?

Per rispondere a questo quesito occorre precisare il significato di *terreno climatico* che può definirsi *un duraturo equilibrio naturale fra la litosfera e il clima*, intendendo sotto quest'ultima denominazione l'insieme delle forze attive insite nell'aerosfera (elementi dell'aria), nell'idrosfera (acqua ed elementi in essa disciolti) e nella biosfera (organismi e prodotti organici da loro derivati). La litosfera invece, ossia la roccia madre del terreno, pur offrendo varia resistenza, si comporta passivamente, perchè subisce gli attacchi degli agenti climatici.

L'equilibrio deve essere poi stabile e naturale perchè evidentemente in ogni istante il terreno rappresenta un equilibrio fra la litosfera e il clima, ma questo non rappresenterà mai un vero terreno climatico finchè vi è la possibilità di ulteriori grandi effetti da parte delle forze del clima. Parimenti dobbiamo aggiungere che tutte le forze pedogenetiche debbono essere una espressione naturale e valorizzate al massimo. Vi sono spesso infatti cause accidentali, p. es. antropiche, che determinano modificazioni speciali all'ambiente (diboscamento), come pure cause naturali che attenuano per un determinato tempo gli effetti di qualche fattore pedogenico (fessurazione del suolo; permeabilità dei substrati). In questi casi è bensì possibile ottenere un duraturo equilibrio tra la litosfera e il clima, ma evidentemente questo non rappresenta una espressione naturale di definitivo assestamento pedogenetico, ma bensì forme anormali, soste o tappe di evoluzione pedogenetica che, a differenza dei *terreni climatici* conducono alla formazione di terreni definiti col nome di *aclimatici*. E' implicito che un terreno climatico è sempre autoctono e che il materiale di alterazione delle rocce, come i depositi recenti alluvionali ed eolici, non possono costituire un tale terreno finchè questo non porti nel *profilo* l'impronta dell'avvenuta elaborazione climatico-pedogenetica.

Queste considerazioni fanno vedere a priori che solo nelle regioni piane o pianeggianti, indisturbate, possono formarsi terreni climatici, e che quindi regioni montuose o collinose sono più favorevoli a mantenere terreni aclimatici, che molto grossolanamente possono anche corrispondere semplicemente ai cosidetti prodotti d'alterazione delle rocce [1].

---

[1] Nelle grandi classificazioni climatiche dei terreni le regioni montuose costituiscono infatti la categoria speciale dei “ terreni di montagna „ termine necessariamente molto generico composto da forme infinite di passaggio tra roccia madre, terreni aclimatici e climatici.

La " terra rossa „ che si sviluppa sui substrati calcarei di regioni montuose, sia pure spesso foggiate ad altipiano e in zone ove l'uomo ha una sensibile densità per esplicare un'influenza, non potrà così essere sempre un tipico prodotto climatico in quanto che, in molte regioni le sue attuali caratteristiche sono piuttosto il risultato di un equilibrio artificiale o accidentale. Al clima spetta tuttavia sempre un'influenza generale importantissima perchè, come vedremo, ad onta di tutte le modificazioni locali possibili, qualora non si verifichino certi presupposti climatici, la " terra rossa „ non si forma, qualunque ne sia il substrato o le cause apparenti della sua formazione. Affinchè si formi una " terra rossa „ climatica il clima deve esser tale da ostacolare qualsiasi eccesso di vegetazione, da distruggere rapidamente le spoglie organiche, da provocare un energico dilavamento del suolo, da impedire la perdita dagli strati superficiali dei sesquiossidi o per lo meno da far sì che tale perdita sia inferiore ai nuovi contingenti di arricchimento, fenomeno che può esser raggiunto sia attraverso una immobilizzazione naturale di questi composti (pectizzazione, irreversibilità colloidale), sia attraverso un richiamo dal sottosuolo di quelli discesi. Per lo sviluppo di questo tipo di terreno è dunque necessario un clima moderatamente umido e caldo.

Per l'Italia il più adatto alla formazione naturale della " terra rossa „ dovrebbe dunque corrispondere a quello che porta pure allo sviluppo della *vegetazione mediterranea.* Confrontando la carta della distribuzione di questo tipo floristico tracciata dal FIORI [1] si vede infatti una notevole coincidenza con l'area di diffusione delle terre rosse in generale. Il tipo climatico è qui caratterizzato da un'estate secca e con temperatura annua media oscillante su 12°-17° nel sottotipo temperato e su 15°-23° C. in quello caldo. Piovosità variabile, ma in genere compresa fra 500-1000 mm. annui. Fuori di questo territorio è bensì possibile che si formi terra rossa, ma la sua presenza è allora legata per lo più a fenomeni particolari, straordinari, aclimatici che tendono a ricondurre per via artificiosa quelle manifestazioni che altrove invece sono una espressione del clima. Nella maggior parte dei casi si tratta di una limitazione dello sviluppo vegetale e dell'umidità e di un aumento della temperatura. La prima è quasi sempre una conseguenza del diboscamento operato in tempi più o meno remoti dell'uomo; la seconda in parte è connessa alla limitazione subita dalla vegetazione e in parte alla natura fisica del substrato litologico che per frequenti soluzioni di continuità provoca un rapidissimo smaltimento delle acque piovane. Il terzo a sua volta dipende dalle modificazioni subite dai due fattori precedenti, ma spesso è pure esaltato dalla speciale attitudine dei calcari a riflettere il calore dell'insolazione. In ambienti climatici più umidi e freddi, si viene così a determinare una condizione d'ambiente simile a quella di regioni più calde e aride, donde la presenza dello stesso prodotto pedologico

---

[1] In " *L'Alpe* „. N 11-12. - Firenze 1932.

e quindi della “ terra rossa „. Più limitati e finora non ancora studiati sono i casi inversi, dove in climi aridi si formano zone climatiche più umide nelle quali la “ terra rossa „ starebbe a rappresentare una forma pedologica più evoluta rispetto alle altre normali della regione.

Lo studio della formazione della “ terra rossa „ nelle due zone, climatica e aclimatica, è ancora molto incompleto; dalle notizie che si hanno si può solo intravvedere come l'evoluzione pedogenetica nel primo caso è influenzata in modo prevalente da una corrente ascendente delle soluzioni circolanti nel terreno; nel secondo caso, invece, da una discendente. Nella prima si ha dunque tendenza ad accumulare in superficie carbonati e sesquiossidi, nella seconda invece a provocare una lisciviazione di queste sostanze dagli orizzonti superficiali del terreno. L'immobilizzazione dei sesquiossidi in quest'ultime regioni non avviene, o solo limitatamente, per una irreversibilità dei colloidi effettuata dall'elevata temperatura, e quindi funzione del clima, ma invece è prevalentemente opera del calcare portato in soluzione dalle acque circolanti: si tratta dunque solamente di un fenomeno chimico legato alla caratteristica litologica del substrato roccioso della “ terra rossa „. Ma come vedremo in seguito, anche l'effetto dei fattori accidentali che permettono la formazione della “ terra rossa „ in contrade a essa improprie, ha un limite al disopra del quale sullo stesso calcare o sulla stessa roccia madre, la “ terra rossa „ scompare per essere sostituita da altri tipi pedologici, quale espressione più esatta delle nuove condizioni dell'ambiente climatico.

Fissare i limiti climatici entro i quali si sviluppa la “ terra rossa „ in Italia non è cosa facile perchè le condizioni locali possono esaltare o attenuare l'effetto normale dei fattori pedogenetici. Quindi più che a induzioni teoriche, i limiti debbono venir cercati in dati forniti dall'osservazione diretta. Finora si sono esaminati due casi molto netti e molto interessanti riguardanti i limiti della “ terra rossa „ verso climi umido-freddi e verso climi arido-caldi. L'Alto Carso nella Venezia Giulia e il Palermitano nella Sicilia.

L'altipiano di Tarnova, che s'eleva a nord-est di Gorizia, ne rappresenta un esempio classico. A parità di morfologia e di costituzione geolitologica (almeno nel territorio posto a occidente di Tarnova) col Carso goriziano-triestino che si stende solamente a pochi chilometri più a mezzogiorno, per il solo fatto quindi di aver una temperatura media più bassa e una precipitazione maggiore in relazione alla sua più elevata altitudine (1000 m. contro 300 m.), presenta una progressiva degenerazione della “ terra rossa „ in *terra nera*, sì che quest'ultima (tipo Rendzina) è la dominante. Nel Goriziano dunque la “ terra rossa „ pur essendo un prodotto aclimatico è tuttavia ancor sempre connessa al clima, perchè pur attraverso le modificazioni dell'ambiente apportate dall'uomo (che si fanno sentire su entrambe le regioni) si constata che essa si sviluppa a un'altitudine inferiore ai 1000 m. con una temperatura annua media di 12° e una precipitazione media di 1000 mm. Sopra quest'altitudine o sotto questa temperatura essa degenera o meglio si evolve in altri tipi pedologici che sul

substrato calcareo sono dati dai Rendzina e su altri, da tipi appartenenti al gruppo podsolico (1).

Anche nelle regioni carsiche della Croazia, della Dalmazia e del Montenegro si constata un limite altimetrico analogo.

Nel territorio di Segna sopra i 600 m. la tinta rosso-bruna dei terreni si fa più oscura e l'*humus* che prima era neutro o saturato dalle basi, tende progressivamente ad acidificarsi.

Nel Montenegro (2) sopra i 700 m. la tinta rossa del terreno è già bruno scura per elevata percentuale di *humus*; sui 1500 m. la "terra rossa" è ristretta nelle fessure della roccia ed è ricoperta da terra nera.

Nell'Italia centrale, in base alle notizie fornitemi dal collega SCARSELLA del R. Ufficio Geologico, si noterebbe lo stesso fenomeno: nei monti Sibillini p. e. la "terra rossa" si riscontra solo fino ai 1000 m.; fra i 1000 e i 1500 m. essa diviene rosso-bruna e passa alla terra bruna e nera sopra i 1500 m.

Analoghe notizie si deducono dai lavori del PRINCIPI (3), del BRICCOLI (4), del DRAGHETTI (5) ecc.

La zona palermitana ha fornito a sua volta interessanti ammaestramenti. Da lungo tempo (GOETHE) sono note le "terre rosse" che si rinvengono nei dintorni di Palermo. Portandosi però verso l'interno della Sicilia le "terre rosse" sfumano rapidamente in tipi bruno-nerastri per divenire terre nere in ispecie sui calcari. Questo fenomeno pedogenetico è accompagnato da una diminuzione della precipitazione e da un aumento della temperatura che ostacola la distruzione delle sostanze organiche, di modo

---

(1) Nel territorio del Carso croato di Licko polje, costituito da un substrato calcareo-cretaceo, irregolarmente ricoperto con materiali del Quaternario, sotto un clima caratterizzato da una precipitazione media annua di 2022 mm. e da una temperatura di 8.6° (simile dunque a quello dell'altipiano di Tarnova) il GRACANIN ha infatti osservato il seguente profilo:

A_1; orizzonte grigio scuro e bruno, ricco di sostanza organica a struttura finemente lacunare, attraversata dalle radici di una vegetazione di brughiera (Heide) con Calluna vulgaris, Pteridium aquilinum ecc. Potenza media 30-35 cm.

A_2; orizzonte giallastro più compatto con progressiva diminuzione di sostanze organiche che può spingersi fino alla profondità di oltre 150 cm.

A_3; orizzonte biancastro. Fa spesso seguito ad A_1 e A_2 fino alla profondità di 180-300 cm.

B_1; orizzonte giallo-rossastro o rosso-bruno poggiante su roccia calcarea.

GRACANIN M., *Pedoloska istrazivanja vristina Lickog polja*. Zagreb 1931.

(2) BLANCK E. u. KEESE H., *Ein Beitrag zur Kenntnis der Zusammensetzung montenegrinischer Bodenarten*, Chemie der Erde, B. IV, Jena 1929.

(3) PRINCIPI P., *I terreni agrari dei dintorni di Perugia,* Le Staz. Sper. Agr. Ital., Vol. LIII, Modena 1920.

(4) BRICCOLI M., *Classificazione ecologica dei terreni agrari,* Piacenza 1930.

(5) DRAGHETTI A., *Appunti geologico-stratigrafici sull'Appennino romagnolo in rapporto alla giacitura e costituzione dei terreni agrari.* Annali R. Staz. Sper. Agraria di Modena, Modena 1930 VIII.

che esse permangono nel terreno tingendolo in nero. Osservando anche qui i dati della temperatura e della piovosità, si vede come al di sotto di 500 mm. annui di precipitazione e sopra una temperatura media di 15°, lo sviluppo della "terra rossa„ si arresta e ha inizio quella nera tipo Cernosem.

Evidentemente tutti questi dati vanno presi quali cifre d'orientamento, perchè numerose possono essere le eccezioni in rapporto alle attitudini del substrato a esaltare o a ridurre gli effetti del clima naturale, come pure l'importanza della distribuzione dei periodi umidi e di quelli secchi, ecc.

Nel complesso però possiamo ritenere fondata l'opinione che la "terra rossa„ in Italia si sviluppa in climi la cui piovosità oscilla fra 500 e 1000 mm. e la temperatura annua fra 12° e 15° C.; al di fuori di questi limiti essa può bensì comparire per cause particolari ma in genere si trasforma in altri tipi più consoni al nuovo clima e cioè nel gruppo podsolico da un lato e in quello dei Cernosem dall'altro.

Quest'ultimo fenomeno si può altresì constatare nella stessa area di produzione della "terra rossa„ qualora il substrato si faccia eccessivamente permeabile, per modo che agli effetti pratici in quella località il clima appare con manifestazioni più aride.

Sul Carso goriziano (come pure nel Veneto, nel Lazio e in Sicilia) a una eccessiva fessurazione della roccia del substrato o a un tenue spessore di terreno, corrisponde sempre una terra nera a reazione alcalina ricca di sostanze organiche che s'accumulano solo perchè i terreni rapidamente smaltiscono l'acqua piovana o essiccano ostacolando così l'azione della flora batterica che presiede alla decomposizione. All'opposto quando il terreno è molto profondo in modo da sottrarsi alla permeabilità del substrato e all'azione delle acque calcaree circolanti la "terra rossa„ del Carso goriziano presenta spesso in superficie reazione acida che denota già l'insediarsi delle condizioni favorevoli allo sviluppo del Podsol.

Così pure va posta in rilievo l'influenza determinata dalle doline sulla pedogenesi. Sul fondo di queste conche regna assai spesso una temperatura minore e un maggior grado di umidità. Anche la raccolta di sostanza organica che converge dai limitrofi versanti concorre a generare in superficie un terreno bruno o nerastro con *humus* in vario grado di saturazione (sul Carso).

Un terzo quesito riguarda la questione delle variazioni chimiche subite dalla "terra rossa„ passando dai climi più freddi dell'Italia settentrionale a quelli caldi delle regioni più meridionali; precisamente si tratterebbe di constatare se esiste effettivamente quella continuità evolutiva fra le terre gialle, le terre rosse e le lateriti che fu esposta dal LANG [1],

---

[1] LANG R., *Ueber die Bildung von Roterde u. Laterit*, Actes de la IV. Conf. Int. de Pédologie, Vol. II., Rome 1926.

e che si manifesterebbe attraverso una progressiva diminuzione della silice e un arricchimento in sesquiossidi. Questo fenomeno dovrebbe essere risentito dalla " terra rossa „ italiana nelle due grandi regioni climatiche del Nord e del Sud.

Ricerche preliminari istituite dallo scrivente su campioni prelevati su di uno stesso substrato (calcari del Cretaceo) posto a diversa latitudine e precisamente sul Carso, sui monti di Fiuggi (Roma), nei dintorni di Palermo e sugli altipiani del Garian in Tripolitania [1] non permisero di trarre alcuna conclusione, per l' influenza esplicata dalla frazione accidentale componente la " terra rossa „ (presenza di elementi d'origine eruttiva e quarzoso-eolica).

IX. - Posizione della " terra rossa „ nella sistematica.

Per la sistematica delle " terre rosse „ occorrono ancora studi e molte analisi sia perchè è solo dal confronto dei singoli campioni che si delineano i gruppi e dai gruppi le famiglie e da queste i tipi, sia per ridurre la possibilità dell'errore nel quale si può incorrere studiando pochi saggi. Il campione infatti rispecchia solo le condizioni di un punto (quelle del prelievo) che possono anche non corrispondere con i caratteri medi di più vaste zone.

Questo indirizzo d'indagine che riduce la sistematica della " terra rossa „ e delle terre rosse in genere a un grande lavoro di sintesi, è condiviso anche dai principali studiosi di questo tipo pedologico; così p. e. dal BLANCK, dal GIESECKE [2] e dallo HARRASSOWITZ [3].

Abbiamo già accennato, nella prima parte, quale gruppo di terreni si debba intendere sotto il nome di " terra rossa „. Vediamo ora qui brevemente come essa si inquadri nelle altre famiglie o gruppi di terreni che costituiscono il tipo generico delle terre rosse. Evidentemente ogni classificazione, qualora non sia convenzionale ha un carattere soggettivo e tale vuol essere pure la seguente. Essa tiene in un primo tempo distinte le grandi regioni climatiche in cui si sviluppa la terra rossa perchè evidentemente tutto il processo podogenetico subisce in esse un indirizzo o un'impronta particolare. Vanno così tenute distinte le terre rosse delle zone tropicali e subtropicali da quelle delle regioni mediterranee. Delle prime qui non ci si occupa, si accenna solamente alla ulte-

---

[1] COMEL A., *Ricerche pedologiche sui terreni della Tripolitania*. Boll. Soc. Geol. Ital. Vol. LI. Roma 1932.

— *Le terre rosse degli altipiani della Tripolitania*. Boll. Soc. Internaz. Scienza del Suolo " Soil Research „ Vol. III. 1933.

[2] BLANCK E. u. GIESECKE F., *Ueber die Enstehung der Roterde im nördlichsten Vebreitungsgebiet ihres Vorkommens*. Chemie der Erde 1927, p. 44.

[3] HARRASSOWITZ H., *Studien über mittel u. südeuropaeische Verwitterung*. Berlin 1926.

riore grande distinzione delle lateriti dalle altre terre rosse tropicali che ormai vengono differenziate per importanti caratteri.

Nelle seconde, vengono separate le terre rosse che risultano tali per virtù della roccia madre (p. e. terreni rossi derivati dallo sfasciume di calcari marnosi rossi), da quelle che devono questa tinta a speciali processi acquisiti, che a lor volta distinguono le cause accidentali da quelle conseguenti ai normali processi pedogenetici. Fra quest'ultimi rientra il gruppo dei *ferretti;* il gruppo della "terra rossa„ (cfr. definizione) e il gruppo delle terre rosse derivate da altri substrati litologici poveri di calcare (rocce eruttive, ecc.) (1). A sua volta ognuno di questi tre gruppi può comprendere forme fossili, sepolte e attuali. Il significato delle due prime già si è illustrato.

Sono, attuali, quelle terre rosse che pur potendo avere antica origine hanno una continuità di evoluzione e di elaborazione; si tratta di un terreno che è costantemente in contatto coll'atmosfera e in genere cogli agenti pedogenetici; è quindi un prodotto di equilibrio fra la litosfera e il clima. Le terre rosse attuali possono a lor volta presentarsi come prodotti climatici e aclimatici, possono cioè essere un maturo equilibrio tra litosfera e clima oppure possono essere forme di transizione ad altri tipi pedologici.

Nel gruppo delle terre rosse accidentali invece non solo farei p. es. rientrare quelle che ho osservato nei Colli Laziali dovute a una cottura causata dalle sovrapposte colate magmatiche, ma anche quelle provocate da microorganismi. Più volte si è accennato infatti all'attività delle *Beggiatoacee* (2) tanto che alle teorie sull'origine della "terra rossa„ esposte all'inizio di questo lavoro si sarebbe potuto aggiungere pure quella *organogena* (3) se le ricerche in riguardo fossero state più approfondite o avessero comunque avuto una più vasta eco.

---

(1) L'affermazione di Harrassowitz (*Studien über mittel-und südeuropaeische Verwitterung*, Berlin 1926): "Nur eines ist von den Roterden sicher, dass sie sich nur auf Kalken bilden, und dass kristalline Gesteine nichts von ihnen zeigen„ non è esatta. Terre rosse, intese genericamente — quale è pure il concetto tedesco di Roterde — si rinvengono copiose pure su substrati eruttivi, così nel Vicentino e nel Lazio, per constatazione personale e in molte zone della bassa Italia su indicazione del Galdieri.

(2) Vinassa de Regny P., *Sull'origine della "terra rossa„*. Boll. Soc. Geol. It. Vol. XXIII, Roma 1904.

— Gortani M., *Nuove discussioni sull'origine della Terra rossa.* "Mondo sotterraneo„. Udine 1913.

— Draghetti A., *Appunti geologico-stratigrafici sull'appennino romagnolo in rapporto alla giacitura e costituzione dei terreni agrari.* Annali R. Staz. Sper. Agraria, Modena 1930.

(3) Gasperini G., *La filogenesi delle Terre rosse, gialle e bolari e la importanza delle Beggiatoacee per la circolazione e deposizione del ferro.* Atti R. Acc. Georgofili III. Firenze 1906.

Poco possiamo dire nei confronti di una sistematica della " terra rossa „ italiana ; le notizie che si possiedono in riguardo sono ancora troppo scarse per averne sicuri criteri di classificazione. Tuttavia quanto finora noto ci permette di distinguere la " terra rossa „ che deriva dall'elaborazione di materiali prevalentemente locali, da quella invece che si sviluppa con notevole concorso di materiali esotici. In quest'ultimi possono predominare elementi d'origine eruttiva oppure quelli prevalentemente quarzosi di trasporto eolico.

Apparterebbero al primo gruppo le " terre rosse „ del Carso e di gran parte delle regioni prealpine ; al secondo invece parte delle " terre rosse „ dell'Italia centrale e meridionale, là con predominio degli elementi eruttivi, qua invece con quello delle sabbie quarzose di trasporto eolico.

Un'ulteriore distinzione potrebbe essere basata sul profilo e cioè sulla presenza o meno dell'orizzonte umifero e sulla posizione dell'orizzonte illuviale. Ad ogni modo non sembrano consigliabili, almeno per ora, tentativi di sistematica di " terra rossa „ in base a caratteri chimici; essi possono tutt'al più servire per l'identificazione di sottogruppi o di varietà.

Un'ultima questione di sistematica, riguarda la posizione della " terra rossa „ italiana nella scala dei tipi pedologici limitrofi. La " terra rossa „ delle regioni dell'Italia settentrionale (Carso) passa, per gradi di maggiore umidità o di minore temperatura, a *terra bruna* che può svilupparsi nel tipo podsolico da un lato e in quello di Rendzina dall'altro, che, a stretto rigore di termini, si può ritenere una lenta forma di passaggio al Podsol. Nell'Italia meridionale invece è il Cernosem che segna il nuovo tipo pedologico in climi più aridi, mentre in climi ancora più

asciutti, quali quelli della colonia Libica, esso viene sostituito dalle formazioni steppiche e quindi desertiche.

La " terra rossa „ italiana ha quindi la seguente posizione schematica rispetto i tipi pedologici limitrofi:

Precipitazione	Temperatura media annua		
$>$ 2000 mm.	$<$ 10°	Tipi podsolici	Regioni alpine
$>$ 1000 mm.	$<$ 12°	Terre brune. Rendzina	Prealpi
500-1000 mm.	**12°-15°**	**Terra rossa**	**Gran parte penisola italica.**
$<$ 500 mm.	$>$ 15°	Cernosem Terreni steppici desertici	Italia meridion. Libia settentr.
quasi nulla	$>$ 20°	Terreni desertici	Libia sotto il 32° parallelo

Queste cifre hanno solo il valore di grande approssimazione; si capisce, del resto, la compensazione che può esservi fra temperatura, piovosità e fessurazione del suolo; l'influenza delle oscillazioni stagionali del clima e la distribuzione della precipitazione nell'annata. Esse servono quindi solamente a dare una più precisa idea delle condizioni climatiche entro le quali trovasi maggiormente diffusa la " terra rossa „.

X. - Conclusioni.

Il presente studio porta alle seguenti conclusioni fondamentali:

1) Il termine " terra rossa „ va limitato ai terreni colorati in rosso che si sviluppano nella regione mediterranea sui calcari relativamente puri, per lo più biancastri e compatti, spettanti di preferenza al periodo Cretacico e determinanti in genere un paesaggio carsico.

2) Rispetto all'origine della " terra rossa „ l'indagine moderna non può più considerare questo terreno come un'unica entità, ma dovrà bensì risolvere i problemi inerenti all'origine dei suoi singoli costituenti e dei diversi suoi caratteri.

3) La composizione mineralogica e chimica della " terra rossa „ italiana varia da regione a regione ed è influenzata da elementi alloctoni trasportati in gran parte per via eolica; ciò rende spesso impossibile un proficuo confronto fra la composizione del terreno e quella del calcare che ne costituisce l'attuale substrato litologico.

Nelle regioni prealpine dell' Italia settentrionale la " terra rossa „ deriva principalmente dalla elaborazione del residuo insolubile dei calcari; nell'Italia centrale, sono invece frequenti gli elementi d'origine vulcanica (eolica); nell' Italia meridionale viene fortemente risentita su vaste zone

l'influenza dei venti africani che trasportano notevoli quantità di sabbie prevalentemente quarzose.

4) Rispetto all'età, si deve distinguere quella che si riferisce al materiale che costituisce la "terra rossa„ dall'età che invece va attribuita a questo terreno considerato quale tipo pedologico. Il primo può essere in parte antichissimo, il secondo invece rappresenta comunemente una formazione relativamente recente.

5) Il profilo della "terra rossa„ varia secondo i climi. Nell'Italia settentrionale predomina la presenza di un orizzonte umifero superficiale e il dilavamento proprio dei climi moderatamente umidi. Nell'Italia meridionale invece si nota spesso l'inversione degli orizzonti e cioè l'accumulo in superficie di sesquiossidi e di sali.

6) La "terra rossa„ italiana si sviluppa in regioni dotate d'una piovosità compresa fra 500-1000 mm. annui, con una temperatura media annua di circa 12°-15° C. Fuori di questi limiti può ancora formarsi "terra rossa„, ma in questo caso essa va ascritta più propriamente a cause accidentali e rappresenta così un prodotto aclimatico.

7) Il limite altimetrico nell'Italia centrale e settentrionale si eleva fino circa ai 1000 m.; dopo di che la "terra rossa„ si sostituisce coi tipi della *terra bruna,* della *terra nera* (Rendzina) o con quelli podsolici.

8) In climi caldo aridi essa passa alle *terre nere* (Cernosem) delle steppe umide e quindi alle formazioni delle steppe desertiche.

9) Gli effetti dell'attività antropica sono ovunque della massima importanza per l'attuale distribuzione della "terra rossa„.